



El Segundo Informe sobre
EL ESTADO DE LOS

RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA EN EL MUNDO

COMISIÓN DE
RECURSOS GENÉTICOS
PARA LA ALIMENTACIÓN
Y LA AGRICULTURA



El Segundo Informe sobre

EL ESTADO DE LOS

**RECURSOS FITOGENÉTICOS
PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA
AGRICULTURA EN EL MUNDO**

COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

Roma, 2010

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la FAO.

ISBN 978-92-5-306534-9

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a: copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

© FAO 2011

Dedicado a la memoria de
Cadmo Rosell (1935-2011)

Prólogo

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) tienen una función cada vez más importante en la seguridad alimentaria y en el desarrollo económico mundiales. Como componente integral de la biodiversidad agrícola, estos recursos son esenciales para intensificar la producción agrícola sostenible y para asegurar el medio de subsistencia de una gran proporción de mujeres y hombres que dependen de la agricultura.

En un mundo en el que 1 000 millones de personas padecen hambre a diario, con una población mundial que se prevé será de 9 000 millones para el año 2050, los países deben realizar más esfuerzos por fomentar la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

La agricultura tiene una función clave en la reducción de la pobreza y la inseguridad alimentaria en el mundo. Los efectos de una permanente falta de inversión en la agricultura, en la seguridad alimentaria y en el desarrollo rural, los incrementos en los precios de los alimentos y la crisis financiera y económica mundial generaron un aumento del hambre y de la pobreza en muchos países en desarrollo.

En el siglo XXI, la agricultura debe enfrentar varios desafíos. Debe producir más alimentos y fibras para satisfacer la demanda de una creciente población mundial, que vive principalmente en áreas urbanas, al tiempo que depende de una mano de obra rural en disminución. Debe producir más materia prima para un mercado de bioenergía potencialmente grande y contribuir a la evolución integral de los diversos países en desarrollo que dependen de la agricultura, y al mismo tiempo adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles. Los recursos naturales también deben enfrentar una creciente presión en los ámbitos mundial, regional y local.

Además, el cambio climático amenaza con aumentar aún más la cantidad de personas hambrientas en el futuro y con crear nuevos y difíciles retos para la agricultura. Si bien los efectos del cambio climático recién comienzan a sentirse, hay un consenso general acerca de la necesidad de adoptar medidas apropiadas para evitar un impacto considerable a futuro. Los recursos fitogenéticos que también están amenazados son las materias primas necesarias para mejorar la capacidad de los cultivos para responder al cambio climático, y por ello se los debe proteger. El uso mejorado de la diversidad genética es fundamental para afrontar estos y otros desafíos.

El Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura proporciona un panorama integral de la situación mundial y de las tendencias sobre la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. En 2009, la Comisión intergubernamental de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura avaló el informe como la evaluación autorizada de este sector y sentó las bases para actualizar el *Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*.

El informe se preparó con la participación activa de los países miembro y de los sectores público y privado. Describe los cambios más importantes que ocurrieron desde la publicación del Primer Informe en 1998 y se concentra en los principales deficiencias y necesidades que ayudarán a los países y a la comunidad mundial a determinar las prioridades futuras para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. El informe hace énfasis en la importancia de contar con un enfoque integral en la gestión de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la

agricultura. Destaca la necesidad de asegurar una amplia diversidad de plantas de cultivo, que incluyen sus variedades silvestres afines y especies infrautilizadas, en sistemas de conservación accesibles, y de aumentar la capacidad de fitomejoramiento y suministro de semillas en todo el mundo a fin de afrontar los retos del cambio climático y la inseguridad alimentaria.

Espero y confío en que la información de este informe se utilice como base para decisiones técnicas y de políticas que tengan como objetivo fortalecer los esfuerzos nacionales para conservar y utilizar los tesoros incluidos en los recursos fitogenéticos del mundo, con el fin de solucionar los urgentes problemas que debe afrontar la agricultura actualmente, y que afrontará en el futuro.



Jacques Diouf
Director General de la FAO

Índice

Prólogo	i
Prefacio	xi
Agradecimientos	xiii
Resumen ejecutivo	xvii

Capítulo 1 El estado de la diversidad

1.1	Introducción	3
1.2	Diversidad dentro y entre las especies de plantas	3
1.2.1	Cambios en el estado del manejo de la diversidad en la finca	4
1.2.2	Cambios en el estado de la diversidad en las colecciones <i>ex situ</i>	5
1.2.3	Cambios en el estado de las especies silvestres afines a las cultivadas	9
1.2.3.1	<i>Tecnologías moleculares</i>	10
1.2.3.2	<i>Sistemas de información geográfica</i>	15
1.2.3.3	<i>Tecnologías de la información y la comunicación</i>	15
1.3	Vulnerabilidad y erosión genéticas	15
1.3.1	Tendencias en la vulnerabilidad y erosión genéticas	16
1.3.2	Indicadores de erosión y vulnerabilidad genéticas	18
1.4	Interdependencia	18
1.5	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	23
1.6	Deficiencias y necesidades	24

Capítulo 2 El estado del manejo *in situ*

2.1	Introducción	31
2.2	Conservación y manejo de los RFAA en ecosistemas silvestres	31
2.2.1	Inventario y estado del conocimiento	31
2.2.2	Conservación <i>in situ</i> en áreas protegidas de las especies silvestres afines a las cultivadas	33
2.2.3	Conservación <i>in situ</i> de los RFAA fuera de las áreas protegidas	35
2.2.4	Sistema global para áreas de conservación <i>in situ</i>	36
2.3	Manejo en finca de los RFAA en sistemas de producción agrícola	36
2.3.1	Cantidad y distribución de la diversidad genética de cultivos en sistemas de producción	40
2.3.2	Prácticas de manejo para el mantenimiento de la diversidad	40
2.3.3	Los agricultores como custodios de la diversidad	42
2.3.4	Opciones para apoyar la conservación de la diversidad en sistemas de producción agrícola	42
2.3.4.1	<i>Agregar de valor mediante la caracterización de materiales locales</i>	42
2.3.4.2	<i>Mejorar los materiales locales mediante el mejoramiento y el procesamiento de semillas</i>	43
2.3.4.3	<i>Aumentar la demanda de los consumidores mediante incentivos de mercado y sensibilización pública</i>	43

2.3.4.4	Mejorar el acceso a la información y a los materiales	43
2.3.4.5	Políticas, legislación e incentivos de respaldo	43
2.4	Desafíos globales a la conservación <i>in situ</i> y al manejo de los RFAA	44
2.4.1	Cambio climático	44
2.4.2	Cambio de hábitat	44
2.4.3	Especies exóticas invasoras	45
2.4.4	Reemplazo de las variedades tradicionales por variedades modernas	45
2.5	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	45
2.6	Deficiencias y necesidades	46

Capítulo 3 El estado de la conservación *ex situ*

3.1	Introducción	55
3.2	Visión general de los bancos de genes	55
3.3	Recolección	55
3.3.1	Situación de las regiones	57
3.4	Tipos y estado de las colecciones	60
3.4.1	Bancos internacionales y nacionales de genes	60
3.4.2	Cobertura de las especies cultivadas	61
3.4.2.1	<i>Cultivos principales</i>	62
3.4.2.2	<i>Cultivos secundarios y afines silvestres</i>	63
3.4.3	Tipos de material almacenado	63
3.4.4	Fuente de material en los bancos de genes	63
3.4.5	Deficiencias en la cobertura de las colecciones	70
3.4.6	Conservación de muestras de ácido desoxirribonucleico e información sobre la secuencia de los nucleótidos	71
3.5	Instalaciones de almacenamiento	71
3.6	Seguridad del material almacenado	75
3.7	Regeneración	77
3.8	Documentación y caracterización	78
3.8.1	Documentación	78
3.8.2	Caracterización	81
3.9	Transferencia de germoplasma	84
3.10	Jardines botánicos	86
3.10.1	Instalaciones, estadísticas y ejemplos de conservación	87
3.10.2	Documentación e intercambio de germoplasma	87
3.11	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	88
3.12	Deficiencias y necesidades	89

Capítulo 4 El estado de utilización

4.1	Introducción	95
4.2	Distribución y uso del germoplasma	95

4.3	Caracterización y evaluación de los RFAA	96
4.4	Capacidad del fitomejoramiento	98
4.5	Cultivos y caracteres	103
4.6	Enfoques de fitomejoramiento para la utilización de los RFAA	104
4.6.1	Preselección y ampliación de la base	104
4.6.2	Participación y fitomejoramiento de los agricultores	104
4.7	Limitaciones para la mejor utilización de los RFAA	107
4.7.1	Recursos humanos	107
4.7.2	Financiación	107
4.7.3	Instalaciones	108
4.7.4	Cooperación y vínculos	108
4.7.5	Acceso y manejo de la información	108
4.8	Producción de semillas y material de siembra	109
4.9	Desafíos y oportunidades emergentes	111
4.9.1	Utilización de los RFAA para la agricultura sostenible y servicios ecosistémicos	111
4.9.2	Especies infrautilizadas	112
4.9.3	Cultivos para biocombustible	113
4.9.4	Salud y diversidad alimentaria	114
4.9.5	Cambio climático	115
4.10	Aspectos culturales de los RFAA	115
4.11	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	116
4.12	Deficiencias y necesidades	117

Capítulo 5 El estado de los programas nacionales, las necesidades de capacitación y la legislación

5.1	Introducción	123
5.2	Estado de los programas nacionales	123
5.2.1	Finalidad y funciones de los programas nacionales	123
5.2.2	Tipos de programas nacionales	123
5.2.3	Estado del desarrollo de los programas nacionales	124
5.2.4	Financiación del programa nacional	125
5.2.5	Función del sector privado, de las organizaciones no gubernamentales y de las instituciones educativas	126
5.2.5.1	<i>Sector privado</i>	126
5.2.5.2	<i>Organizaciones no gubernamentales</i>	126
5.2.5.3	<i>Universidades</i>	126
5.3	Capacitación y educación	127
5.4	Legislación y políticas nacionales	129
5.4.1	Reglamentaciones fitosanitarias	129
5.4.2	Reglamentaciones sobre semillas	130
5.4.3	Derechos de Propiedad Intelectual	131
5.4.3.1	<i>Derechos del obtentor</i>	132
5.4.3.2	<i>Patentes</i>	133

5.4.4	Derechos del agricultor	133
5.4.5	Bioseguridad	135
5.5	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	136
5.6	Deficiencias y necesidades	137

Capítulo 6 El estado de la colaboración regional e internacional

6.1	Introducción	143
6.2	Redes de RFAA	143
6.2.1	Redes regionales de RFAA de cultivos múltiples	144
6.2.2	Redes por cultivos	149
6.2.3	Redes temáticas	150
6.3	Organizaciones y asociaciones internacionales con programas sobre RFAA	150
6.3.1	Iniciativas de la FAO en materia de RFAA	151
6.3.2	Centros Internacionales de Investigación Agrícola del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional	152
6.3.3	Otras instituciones de investigación y desarrollo internacionales y regionales	153
6.3.4	Foros y asociaciones internacionales y regionales	154
6.3.5	Cooperación bilateral	155
6.3.6	Organizaciones no gubernamentales	155
6.4	Acuerdos internacionales y regionales	156
6.4.1	Colaboración regional e internacional en relación con las cuestiones fitosanitarias	156
6.5	Mecanismos internacionales de financiación	157
6.6	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	158
6.7	Deficiencias y necesidades	160

Capítulo 7 El acceso a los recursos fitogenéticos, la distribución de los beneficios resultantes de su uso y la realización de los derechos de los agricultores

7.1	Introducción	165
7.2	Progresos en el marco legal y normativo internacional para el acceso y la distribución de beneficios	165
7.2.1	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura	165
7.2.1.1	<i>Distribución de beneficios en el Sistema multilateral</i>	165
7.2.1.2	<i>Cumplimiento de los términos y las condiciones del Acuerdo normalizado de transferencia de material</i>	166
7.2.2	Convenio sobre la Diversidad Biológica	166
7.2.3	Acceso y distribución de beneficios con relación a la OMC, la UPOV y la OMPI	168
7.2.4	FAO y el acceso y la distribución de beneficios	169

7.3	Avances en el acceso y la distribución de beneficios a nivel nacional y regional	169
7.3.1	Acceso al germoplasma	169
7.3.2	Beneficios derivados de la conservación y la utilización de los RFAA	169
7.3.3	Desarrollo de acuerdos sobre acceso y distribución de beneficios a nivel nacional	169
7.3.3.1	<i>Problemas y enfoques generales a nivel nacional</i>	171
7.3.3.2	<i>Implementación nacional y regional del acceso y la distribución de beneficios según el TIRFAA</i>	171
7.3.3.3	<i>Implementación nacional y regional del acceso y la distribución de beneficios según al Convenio sobre la Diversidad Biológica</i>	173
7.4	Los derechos de los agricultores conforme al TIRFAA	175
7.5	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	176
7.6	Deficiencias y necesidades	176

Capítulo 8

La contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible

8.1	Introducción	183
8.2	Desarrollo agrícola sostenible y RFAA	183
8.2.1	Diversidad genética para la agricultura sostenible	184
8.2.2	Servicios ecosistémicos y RFAA	185
8.3	RFAA y seguridad alimentaria	186
8.3.1	Producción de cultivos, rendimientos y RFAA	187
8.3.2	Uso de los RFAA locales y nativos	189
8.3.3	Cambio climático y RFAA	190
8.3.4	Dimensiones de género de los RFAA	191
8.3.5	Nutrición, salud y RFAA	191
8.3.6	La función de los RFAA infrautilizados y marginados	192
8.4	Desarrollo económico, pobreza y RFAA	192
8.4.1	Variedades modernas y desarrollo económico	193
8.4.2	Diversificación y uso de diversidad genética	195
8.4.3	Acceso a las semillas	196
8.4.4	Globalización y RFAA	196
8.5	Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>	197
8.6	Deficiencias y necesidades	198
Anexo 1	Lista de países que brindaron información para la elaboración del Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	205
Anexo 2	Distribución regional de los países	213
Apéndice 1	Estado, por país, de la legislación nacional en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	219

Apéndice 2	Principales colecciones de germoplasma, por cultivo e institución	243
Apéndice 3	Los últimos adelantos en metodologías y tecnologías para la identificación, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura	287
Apéndice 4	Estado de la diversidad de los cultivos principales y secundarios	307

Lista de figuras

1.1	Ubicaciones de reservas genéticas prioritarias en todo el mundo para afines silvestres de 12 cultivos alimentarios	11
1.2	Deficiencias en colecciones <i>ex situ</i> de determinadas reservas genéticas de cultivos	12
1.3	Interdependencia ilustrada mediante el ejemplo de los recursos genéticos del cacao	19
2.1	Incremento de áreas protegidas nacionales (1928-2008)	33
3.1	Distribución geográfica de los bancos de genes con tenencias mayores a 10 000 muestras (bancos de genes nacionales y regionales en azul; bancos de genes de los centros GCIAl en beige; SGSV en verde)	56
3.2	Cantidad de muestras recolectadas anualmente desde 1920 y almacenadas en bancos de genes seleccionados, con inclusión de aquellas de los centros GCIAl	57
3.3	Tipo de muestras recolectadas por los bancos de genes seleccionados durante dos períodos: 1984-1995 y 1996-2007	58
3.4	Muestras recolectadas por los bancos de genes seleccionados durante el período 1996-2007, por grupo de cultivos	58
3.5	Contribución de los principales grupos de cultivos al total de las colecciones <i>ex situ</i>	61
3.6	Tipos de muestras en colecciones de germoplasma <i>ex situ</i> en 1996 y 2009 (la diferencia en el tamaño de los gráficos representa el crecimiento en cantidad total de muestras conservadas <i>ex situ</i> entre 1996 y 2009)	68
3.7	Distribución del germoplasma conservado por los CIIA por tipo de germoplasma (1996-2007)	85
3.8	Distribución del germoplasma de los CIIA a los distintos tipos de organizaciones beneficiarias entre 1996 y 2007	85
4.1	Fuentes de RFAA usadas por mejoradores que trabajan en programas nacionales de fitomejoramiento	96
4.2	Tendencias en la capacidad de fitomejoramiento; porcentaje de encuestados que indican que los recursos humanos, financieros y de infraestructura para el fitomejoramiento de cultivos específicos en su país han aumentado, disminuido o se han mantenido estables desde el Primer Informe	99
4.3	Porcentaje de países que informan sobre la existencia de programas de mejoramiento estatales y privados en el primer y Segundo Informe	100
4.4	Principales limitaciones al fitomejoramiento: porcentaje de encuestados que indican que una de las limitaciones en particular fue de importancia primordial en su región	101
8.1	Categorías de servicios ecosistémicos	186
8.2	Rendimiento promedio (kg/ha) de a) trigo; b) arroz con cáscara y c) maíz (1961-2007) por regiones principales (la barra vertical indica la fecha en la que se publicó el Primer Informe sobre el <i>Estado mundial</i>)	188
8.3	Cantidad de personas subnutridas en el mundo, 2003-2005 (millones)	191

8.4	Rendimiento de cereales y pobreza en Asia meridional y África subsahariana	193
8.5	El crecimiento del área con variedades de cereales mejoradas en 1980 y 2000	194
8.6	Fuentes de semillas por grupo de consumo en Malawi (1=pobre; 5=rico)	196
8.7	Volatilidad de los precios internacionales de los cereales	197
A4.1	Rendimientos globales de determinados cultivos de cereales (toneladas por hectárea)	312
A4.2	Rendimientos globales de cultivos de raíces y tubérculos (toneladas por hectárea)	319
A4.3	Rendimientos globales de determinados cultivos de legumbres (toneladas por hectárea)	323
A4.4	Rendimientos globales de cultivos azucareros (toneladas por hectárea)	327
A4.5	Rendimiento global de otros cultivos (toneladas por hectárea)	328

Lista de recuadros

1.1	Ejemplos del uso de herramientas moleculares en la conservación y caracterización, según lo informado en determinados informes de países	12
2.1	Un proyecto de especies silvestres afines a las cultivadas: aumentar el conocimiento, promover la sensibilización y mejorar la acción	32
4.1	Ejemplos de iniciativas e instrumentos legales desarrollados para promover el uso de los RFAA	102
4.2	Mejoramiento de la granadilla (<i>Passiflora</i> spp.) usando recursos genéticos de afines silvestres	106
5.1	Ejemplos de acontecimientos ocurridos en la legislación nacional que respaldan la conservación y la utilización de variedades de cultivos tradicionales	131
5.2	Protección de variedades de plantas y ley de derechos del agricultor de 2001 de la India	134
7.1	La distribución de beneficios conforme al TIRFAA	166
7.2	Beneficios potenciales del acceso y la distribución de beneficios, según lo enumerado en las Directrices de Bonn	167
7.3	Implementar el Sistema multilateral con medidas administrativas: la experiencia de una Parte Contratante	170
8.1	Los Objetivos de Desarrollo del Milenio	183
8.2	Arroz NERICA	189
8.3	Iniciativa de la FAO relativa al aumento de los precios de los alimentos	198
A3.1	Lista de especies de plantas con proyectos de secuenciación de genomas en curso durante 2010	290

Lista de cuadros

1.1	Comparación entre las colecciones en poder de los centros del AVRDC y el GICAI en 1995 y 2008	6
1.2	Comparación entre las colecciones en poder de determinados bancos de genes nacionales en 1995 y 2008	7
1.3	Grupos de cultivos y cantidad de países que proporcionan ejemplos de erosión genética en un grupo de cultivos	16
1.4	Indicadores de interdependencia mundial de determinados cultivos	20
2.1	Resumen de 14 especies prioritarias de ESAC informadas por Maxted y Kell en 2009	37
3.1	Distribución regional y subregional de las muestras almacenadas en los bancos nacionales de genes (se excluyen los bancos de genes internacionales y regionales)	56

3.2	Titulares de las seis colecciones <i>ex situ</i> más grandes de cultivos seleccionados	64
3.3	Existencias de germoplasma globales en términos del tipo de muestra (porcentaje medio) para grupos de cultivos incluidos en el Apéndice 2	68
3.4	Cantidad y porcentaje de muestras de origen local en bancos de genes <i>ex situ</i> , sin incluir las colecciones mantenidas en bancos de genes internacionales y regionales	69
3.5	Existencias de germoplasma en el SGSV al 18 de junio de 2009	72
3.6	Magnitud de la caracterización de algunas colecciones conservadas por los centros GCIAl y por el AVRDC	82
3.7	Magnitud promedio del nivel de caracterización y evaluación de las colecciones nacionales en 40 países	83
3.8	Colecciones en jardines botánicos de cultivos seleccionados enumerados en el Anexo 1 del TIRFAA	88
4.1	Porcentaje de muestras de distintos tipos de RFAA distribuidos por los CIAs a diferentes clases de usuarios entre 1996 y 2006	95
4.2	Rasgos y métodos usados para caracterizar el germoplasma: porcentaje de muestras caracterizadas y/o evaluadas usando ciertos métodos, o evaluadas para ciertos rasgos, promedio de países en cada región	97
4.3	Obstáculos principales para el establecimiento de colecciones de referencia: porcentaje de encuestados en cada región que indicaron que una restricción en particular representaba una limitación en la región	98
4.4	Obstáculos principales a la ampliación de la base y la diversificación de cultivos: porcentaje de encuestados en cada región que informan que un obstáculo en particular es importante	105
4.5	Ejemplos de informes de países que mencionan el uso del fitomejoramiento participativo	105
6.1	Redes regionales de recursos fitogenéticos de cultivos múltiples en todo el mundo	147
7.1	Experiencia de los centros GCIAl con el ANTM del 1° de enero al 31 de julio de 2007 (primer renglón) y del 1° de agosto de 2007 al 1° de agosto de 2008 (segundo renglón)	173
A2.1	Colecciones de germoplasma por cultivo	244
	Abreviaturas y siglas	351

CD-ROM y contenido

- *Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*
- Resumen
- Informes de países
- Estudios temáticos

Prefacio

El Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* se presentó en la Cuarta Conferencia Técnica sobre Recursos Fitogenéticos que se realizó en Leipzig, Alemania, en 1996. La Conferencia aceptó el informe como la primera evaluación integral mundial sobre el estado de la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos. En 1998, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación publicó la versión completa del Primer Informe.

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA), en su octava reunión ordinaria, reafirmó que la FAO debe evaluar de manera periódica el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) a fin de facilitar el análisis de los cambiantes déficits y necesidades y contribuir al proceso de actualización del progresivo *Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* (PAM).

La CRGAA, en su octava reunión ordinaria, evaluó el progreso de la preparación del Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y observó que debe ser un documento de alta calidad para poder identificar los déficits y las necesidades más importantes a fin de proporcionar una base sólida para la actualización del PAM progresivo. Acordó que el Segundo Informe se debía actualizar con los mejores datos e información disponibles, que incluyen informes de países, procesos de compilación de información y estudios temáticos, con la mayor participación posible de países, y que se debía concentrar en los cambios que ocurrieron desde 1996.

El proceso de preparación del Segundo Informe utilizó informes de países como fuente principal de información sobre el estado y las tendencias de la conservación y la utilización de los recursos fitogenéticos en el ámbito nacional. Como fuentes adicionales de información, la FAO utilizó literatura científica, estudios de antecedentes temáticos y otras publicaciones técnicas pertinentes. Durante el proceso de preparación, la FAO se esforzó por garantizar una alta calidad de los datos y realizó esfuerzos considerables por asegurar que el proceso fuese promovido por los países, participativo e incluyera organizaciones internacionales importantes.

Los informes de países se prepararon sobre la base de las Directrices para la preparación de los informes de los países acordadas por la CRGAA y publicadas en 2005. Estas directrices optimizaron el proceso que se había establecido para la preparación del Segundo Informe e introdujeron un nuevo enfoque para supervisar la implementación del PAM.

El Segundo Informe se realizó sobre la base de la información provista por 113 países (ver Anexo 1). La FAO recibió el primero de los 111 informes de países en 2006; sin embargo, la mayoría se recibió en 2008. Dos países más proporcionaron datos mediante un formato simplificado de generación de informes. Los informes de países están disponibles en el CD que se junta a esta publicación.

La aplicación progresiva del nuevo enfoque para supervisar la implementación del PAM, que comenzó en 2003, condujo al establecimiento de mecanismos nacionales de intercambio de información (NISM) en más de 60 países de todo el mundo (ver Anexo 1). Debido a que se proporcionó información integral sobre la implementación de todas las 20 esferas de actividades prioritarias del PAM, los NISM se usaron ampliamente para preparar una gran cantidad de informes de países.

Un amplio rango de socios, que incluyen Bioersity International en nombre del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl), el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT) y la Secretaría del Tratado Internacional sobre los Recursos

Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA), así como otras organizaciones internacionales importantes, suministraron datos durante el proceso de preparación. En 2008, se recopiló información específica del GCIAI y de otros bancos regionales e internacionales de genes con la coordinación del Programa de Recursos Genéticos para todo el Sistema.

La CRGAA solicitó que el Segundo Informe abordara los mismos siete capítulos principales que se habían seleccionado para el Primer Informe, con un capítulo adicional que analizara la contribución de la gestión de los RFAA a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible.

La CRGAA solicitó la preparación de estudios exhaustivos sobre temas específicos, que incluyen el cambio climático, la nutrición y la salud, así como indicadores de la erosión genética y sistemas de semillas, a fin de complementar la información provista por los informes de países. Estos estudios se prepararon en colaboración con varios socios, que incluyen los centros GCIAI, y están disponibles en el CD que se junta a esta publicación.

El Segundo Informe identifica los déficits y las necesidades más importantes sobre la conservación y la utilización de los RFAA que surgieron desde el Primer Informe, y sienta las bases para actualizar el PAM en curso y para diseñar políticas estratégicas a nivel nacional, regional e internacional para la implementación de sus actividades prioritarias. En su duodécima reunión ordinaria, la CRGAA avaló el informe como la evaluación autorizada de este sector. A pedido de la CRGAA, también se preparó un resumen del informe que contiene las principales conclusiones y que destaca los déficits y las necesidades que requieren atención urgente.

Agradecimientos

El Segundo Informe se pudo realizar gracias a la contribución de tiempo, energía y experiencia de muchas personas. La FAO quisiera aprovechar esta oportunidad para agradecer su generosidad. El informe fue preparado por la División de Producción y Protección Vegetal de la FAO bajo la supervisión general de Elcio P. Guimarães. El equipo central de la FAO estuvo compuesto por Stefano Diulgheroff, Kakoli Ghosh, Robert Gouantoueu Guei y Barbara Pick. Linda Collette, Juan Fajardo, Brad Fraleigh y Nuria Urquia también contribuyeron al trabajo del equipo. Durante el proceso de preparación del Segundo Informe, se trabajó en estrecha colaboración con el equipo de Bioersity Internacional, compuesto por Kwesi Atta-Krah, Ehsan Dulloo, Jan Engels, Toby Hodgkin y David Williams; el equipo del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos estuvo compuesto por Luigi Guarino y Godfrey Mwila.

La información de referencia que se utilizó para preparar el Segundo Informe la proporcionaron 113 países mediante informes de países; también se utilizaron datos que se obtuvieron mediante otros mecanismos. El equipo de Segundo Informe desea agradecer a los Gobiernos y las personas que contribuyeron al estado nacional de los RFAA en sus países.

La preparación de este informe no hubiese sido posible sin el generoso apoyo financiero de los Gobiernos de Canadá, España, Italia, Japón, Noruega y los Países Bajos, así como de la FAO. Cada capítulo, anexo y apéndice de este informe fue preparado y revisado por los expertos individuales o por los grupos de expertos que se indican a continuación.

Capítulo 1 – El estado de la diversidad, fue escrito por un equipo liderado por Bert Visser junto con Jan M. M. Engels, V. R. Rao, J. Dempewolf y M. van D. Wouw. El capítulo fue revisado por Luigi Guarino y Danny Hunter.

Capítulo 2 - El estado de la ordenación *in situ*, fue escrito por un equipo liderado por Ehsan Dulloo junto con Devra Jarvis, Imke Thormann, Xavier Scheldeman, Jesus Salcedo, Danny Hunter y Toby Hodgkin. El capítulo fue revisado por Luigi Guarino.

Capítulo 3 - El estado de la conservación *ex situ*, fue escrito por Stefano Diulgheroff y Jonathan Robinson con la colaboración de Morten Hulden, excepto por la Sección 3.10, Jardines botánicos, preparada por Suzanne Sharrock. El capítulo completo fue revisado por Toby Hodgkin y Luigi Guarino.

Capítulo 4 – El estado de la utilización, fue escrito por Jonathan Robinson y Elcio P. Guimarães, y revisado por Clair Hershey y Eric Kueneman.

Capítulo 5 - El estado de los programas nacionales, las necesidades de capacitación y la legislación fue escrito por un equipo liderado por Patrick McGuire junto con Barbara Pick y Raj Parod, y revisado por Geoffrey Hawtin y Elcio P. Guimarães.

Capítulo 6 - El estado de la colaboración regional e internacional, fue escrito por Geoffrey Hawtin y Raj Paroda, y revisado por Kakoli Ghosh.

Capítulo 7 - El acceso a los recursos fitogenéticos, la distribución de los beneficios resultantes de su uso y la realización de los derechos de los agricultores fue escrito por Gerald Moore, y revisado por Maria José Amstalden Sampaio y Geoffrey Hawtin.

Capítulo 8 - La contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible, fue escrito por un equipo liderado por Leslie Lipper junto con Romina Cavatassi y Alder Keleman, y revisado por Kakoli Ghosh y Robert Gouantoueu Guei.

Anexo 1 - Lista de países que brindaron información para la elaboración del *Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*, fue preparado por Barbara Pick, Patrick McGuire y Elcio P. Guimarães.

Anexo 2 - Distribución regional de los países fue preparado por Barbara Pick y Marike Brezillon-Millet.

Apéndice 1 - Estado por país de la legislación nacional en materia de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura fue preparado por Barbara Pick.

Apéndice 2 - Principales colecciones de germoplasma, por cultivo e instituto fue preparado por Morten Hulden y Stefano Diulgheroff.

Apéndice 3 – Lo último en metodologías y tecnologías para la identificación, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura fue preparado por Patrick McGuire, y revisado por Theresa M. Fulton y Chike Mba.

Apéndice 4 – Estado de la diversidad de los cultivos principales y secundarios fue preparado por Patrick McGuire y revisado por Stefano Diulgheroff; recibió colaboración de Steve Beebe, Merideth Bonierbale, Hernan Ceballos, Bing Engle, José Esquinas, Luigi Guarino, Lorenzo Maggioni, Cesar P. Martínez, Elisa Mihovilovich, Matilde Orrillo, Rodomiro Ortiz y Hari D. Upadhyaya sobre cultivos específicos.

Los documentos de información básica se prepararon para brindar información sobre la preparación de algunos de los capítulos: Bernard Le Buanec y Maurício Lopes contribuyeron al Capítulo 4; Ana Ciampi, El Tahir Ibrahim Mohamed, V. Ramanath Rao y Eva Thorn contribuyeron al Capítulo 5; Luis Guillermo G., Laszlo Holly, Godfrey Mwila y V. Ramanath Rao contribuyeron al Capítulo 6; y Susan Bragdon, Simone Ferreira y Maria José Amstalden Sampaio contribuyeron al Capítulo 7.

Los estudios de antecedentes temáticos que requirió la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura fueron coordinados por Caterina Batello, Barbara Burlingame, Linda Collette, Stefano Diulgheroff, Kakoli Ghosh, Elcio P. Guimarães, Thomas Osborn y Alvaro Toledo, y fueron preparados por: P. K. Aggarwal, Ahmed Amri, Ben Anderson, Anthony H. D. Brown, Sam Fujisaka, Andy Jarvis, C. L. L. Gowda, Li Jingsong, Shelagh Kell, Michael Larinde, Philippe Le Coent, Zhang Li, Niels Louwaars, Arturo Martínez, Nigel Maxted, Hari D. Upadhyaya y Ronnie Vernooy.

La información también se recopiló en dos Informes de síntesis regionales que fueron unidos por Ahmed Amri, Javad Mouzafari, Natalya Rukhkyan y Marcio de Miranda Santos.

Se hace un reconocimiento especial a Geoffrey Hawtin y Patrick McGuire, quienes apoyaron la preparación de los informes de países, la edición técnica de los capítulos y el seguimiento de todas las actividades relacionadas con la preparación de este informe, y contribuyeron a su análisis.

Muchos consultores y miembros del personal de la FAO realizaron contribuciones específicas a los capítulos, anexos y/o apéndices, que incluyen: Nadine Azzu, Badi Besbes, Gustavo Blanco, Petra Engel, Luana Licata, Selim Louafi, Kent Nnadozie, Michela Paganini y Beate Scherf.

Durante la preparación del informe, se recibió constante apoyo e incentivo de las Secretarías de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, así como del Director de la División de Producción y Protección Vegetal.

Belén Jimenez, Ann Denise Mackin-Lazzaro, Enrica Romanazzo y Patricia Taylor brindaron apoyo administrativo en todas las etapas del proceso de preparación del Segundo Informe.

El diseño de tapa fue creado por Omar Bolbol, la edición estuvo a cargo de Adrianna Gabrielli, y la diagramación la realizó Rita Ashton.

La traducción al español del documento original en inglés fue realizada por Fabrice Michon. Stefano Diulgheroff participó de la revisión del texto traducido.

Debe agradecerse en forma especial a todos los gerentes de los bancos de genes que proporcionaron datos para el Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y a las más de 1 000 partes interesadas que brindaron información para los mecanismos nacionales de intercambio de información sobre recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (NISM), así como para preparar los informes de países.

Hay una extensa lista de países, instituciones e individuos que merecen ser reconocidos por un trabajo de esta naturaleza. Por ello, se piden disculpas y se agradece a todas aquellas personas que pudieron haber contribuido a la preparación del Segundo Informe y cuyos nombres se omitieron de manera involuntaria.

Resumen ejecutivo

Este informe describe el estado actual de la conservación y la utilización de los RFAA en todo el mundo. Se basa en informes de países, procesos de recopilación de información, síntesis regionales, estudios de antecedentes temáticos y literatura científica publicada. Describe los cambios más importantes que ocurrieron desde que se publicó el Primer Informe en 1998 y detalla los déficits y las necesidades principales que aún persisten. La estructura es similar a la del Primer Informe, con un capítulo adicional sobre la contribución de los RFAA a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible.

1

El estado de la diversidad

La cantidad total de muestras que se conservan *ex situ* en el mundo aumentó aproximadamente un 20 por ciento desde 1996 y llegó a 7,4 millones. Si bien la nueva colección representó al menos 240 000 muestras, y posiblemente muchas más, la mayor parte del aumento se debe al intercambio y a la duplicación imprevista. Se calcula que menos del 30 por ciento de la cantidad total de muestras son distintas. Aunque la cantidad de muestras de cultivos secundarios y de variedades silvestres afines a las plantas cultivadas (ESAC) aumentó, en general, estas categorías aún están poco representadas. Todavía es necesaria una mayor racionalización de las colecciones a nivel mundial.

Los conocimientos científicos sobre la gestión de la diversidad genética en la explotación aumentaron. Si bien este enfoque de la conservación y la utilización de los RFAA se integra cada vez más en los programas nacionales, se necesitan más esfuerzos en este sentido.

Con el desarrollo de nuevas técnicas moleculares, la cantidad de datos disponibles sobre diversidad genética aumentó de manera considerable y condujo a una mejor comprensión de temas tales como la domesticación, la erosión genética y la vulnerabilidad genética. La introducción de variedades modernas de cultivos de alimentos básicos parece haber generado una disminución de la diversidad genética, aunque dentro de las variedades distribuidas en sí mismas, los datos no son uniformes y no se puede discernir ninguna reducción de la base genética. La situación sobre la erosión genética en las variedades nativas y ESAC es igual de compleja. Aunque muchos estudios recientes confirmaron la disminución de la diversidad en los campos agrícolas y en las áreas protegidas, este no es el caso en todo el mundo.

Muchos informes de países expresaron una constante preocupación por la magnitud de la vulnerabilidad genética y la necesidad de un mayor despliegue de diversidad. Sin embargo, se necesitan mejores técnicas e indicadores para supervisar la diversidad genética, establecer referencias y controlar las tendencias.

Hay pruebas de una creciente sensibilización pública sobre la importancia de la diversidad genética, tanto para satisfacer las constantes demandas de mayor diversidad alimentaria, como para afrontar los futuros desafíos de producción. El aumento de variabilidad ambiental que se espera resulte del cambio climático significa que, en el futuro, los agricultores y los mejoradores necesitarán poder acceder a un rango aún más amplio de RFAA que en la actualidad.

2 El estado del manejo *in situ*

Desde que se publicó el Primer Informe, se realizaron una gran cantidad de encuestas e inventarios en diversos países, tanto en ecosistemas naturales como agrícolas. La sensibilización sobre la importancia y el valor de las ESAC y sobre la necesidad de conservarlas *in situ* aumentó. Se esbozó una estrategia global para la conservación y la utilización de las ESAC; los protocolos para la conservación *in situ* de las ESAC están actualmente disponibles, y se estableció un nuevo Grupo de Especialistas sobre ESAC dentro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza / Comisión de Supervivencia de Especies (SSC-UICN). La cantidad y la cobertura de las áreas protegidas aumentó aproximadamente un 30 por ciento durante la última década, y esto generó, de manera indirecta, una mayor protección de las ESAC. Sin embargo, hubo relativamente poco progreso en la conservación de RFAA silvestres fuera de las áreas protegidas o en el desarrollo de técnicas de gestión sostenible para las plantas silvestres cosechadas.

Se lograron avances considerables en el desarrollo de herramientas y técnicas para evaluar y supervisar los RFAA dentro de los sistemas de producción agrícola. Los países ahora registran una mayor comprensión de la cantidad y la distribución de la diversidad genética en las explotaciones, así como del valor de los sistemas de semillas locales a la hora de mantener dicha diversidad. Muchos países ahora prestan más atención al aumento de la diversidad genética en los sistemas de producción como una manera de reducir riesgos, en particular, en vistas de los cambios en el clima, las plagas y las enfermedades. La cantidad de proyectos de conservación de la explotación que se realizaron con la participación de partes interesadas locales aumentó en cierto grado, y se implementaron nuevos mecanismos legales en varios países para que los agricultores puedan comercializar variedades genéticamente diversas.

Aún es necesario desarrollar políticas, leyes y regulaciones más eficaces que regulen la ordenación de los RFAA *in situ* y en la explotación, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas, y lograr una mayor colaboración y coordinación entre los sectores agrícolas y medioambientales. Muchos aspectos de la ordenación *in situ* aún requieren investigación adicional, y es necesario reforzar la capacidad de investigación en áreas tales como la taxonomía de las ESAC y el uso de herramientas moleculares para realizar inventarios y encuestas.

3 El estado de la conservación *ex situ*

Desde la publicación del Primer Informe, se agregaron más de 1,4 millones de muestras a las colecciones *ex situ*, y la mayoría de ellas en forma de semillas. En la actualidad, una menor cantidad de países representan un mayor porcentaje de las colecciones totales de germoplasma *ex situ* a nivel mundial, en comparación con 1996.

Si bien muchos cultivos principales están bien duplicados, o incluso duplicados en exceso, varias colecciones importantes lo están de manera inadecuada y, por lo tanto, en posible riesgo. Para varios cultivos de alimentos básicos, como el trigo y el arroz, una gran parte de la diversidad genética está actualmente representada en las colecciones. Sin embargo, para muchos otros, aún hay déficits considerables. El interés por recolectar ESAC, variedades nativas y especies descuidadas e infrautilizadas crece a medida que los sistemas de utilización de tierras cambian y las preocupaciones medioambientales aumentan la posibilidad de erosión.

Muchos países todavía carecen de capacidad humana, instalaciones, fondos o sistemas de gestión adecuados para satisfacer sus necesidades y obligaciones de conservación *ex situ* y, en consecuencia, muchas colecciones están en peligro. Si bien se realizaron considerables avances en la regeneración de colecciones nacionales e internacionales, aún son necesarios más esfuerzos. La documentación y caracterización de muchas colecciones aún es inadecuada y, en los casos en los que sí hay información, a menudo es difícil acceder a ella.

Se necesitan más esfuerzos para construir un sistema global realmente racional de colecciones *ex situ*. En particular, esto implica reforzar la confianza y la cooperación regional e internacional.

La cantidad de jardines botánicos en el mundo ahora supera los 2 500, y se mantienen muestras de alrededor de 80 000 especies vegetales. Muchas de estas son ESAC. Los jardines botánicos fueron pioneros en desarrollar la Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales adaptada por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 2002.

La creación del GCDT y del Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV) representa logros importantes desde la publicación del Primer Informe y, sin duda alguna, los RFAA del mundo están más seguros como consecuencia de ello. Sin embargo, si bien las colecciones de semillas son más grandes y más seguras, la situación progresó menos en el caso de especies que se propagan de manera vegetativa y especies cuyas semillas no se pueden secar ni almacenar a bajas temperaturas.

4 El estado de utilización

La utilización sostenible de los RFAA, principalmente mediante fitomejoramiento y sistemas de semillas asociados, sigue siendo esencial para la seguridad alimentaria, para las empresas agrícolas viables y para la adaptación al cambio climático. Mediante la agregación de datos a nivel mundial, pareciera que la capacidad de fitomejoramiento no cambió de manera significativa durante los últimos 15 años. En algunos países se informó un aumento modesto de la cantidad de fitomejoradores, y en otros se informó una disminución de ellos. En muchos países, el fitomejoramiento realizado por el sector público se sigue contrayendo, a la vez que el sector privado adquiere cada vez más poder.

En muchos países en desarrollo que redujeron el apoyo al desarrollo agrícola del sector público y dejaron, en cambio, la utilización sostenible de los RFAA en manos del sector privado, la agricultura es mucho más vulnerable que en el pasado, ya que el mejoramiento llevado a cabo por el sector privado y las empresas de semillas se limita, en gran medida, a unos pocos cultivos para los cuales los agricultores compran nuevas semillas cada estación. Se necesitan de manera urgente más atención y creación de capacidad para reforzar la capacidad de fitomejoramiento y los sistemas de semillas asociados en la mayoría de los países en desarrollo, donde la mayor parte de los cultivos no son ni serán el foco de las empresas privadas.

La cantidad de muestras caracterizadas y evaluadas aumentó en todas las regiones, pero no en todos los países. Más países ahora usan marcadores moleculares para caracterizar su germoplasma y realizan mejoras genéticas y ampliación de la base para introducir nuevos rasgos de las poblaciones no adaptadas y variedades silvestres afines.

Se establecieron nuevas iniciativas internacionales importantes para fomentar la mayor utilización de los RFAA. Por ejemplo, el objetivo de la Iniciativa de colaboración mundial

para el fortalecimiento de la capacidad de fitomejoramiento (GIPB) es mejorar la utilización sostenible de los RFAA en los países en desarrollo, y ayudar así a crear capacidad en el fitomejoramiento y en los sistemas de semillas. El GCDT y los nuevos Programas de desafío de la generación y sobre bioenriquecimiento del GCIAI respaldan una mayor caracterización, evaluación y mejora del germoplasma.

La genómica, la proteómica, la bioinformática y el cambio climático no estuvieron presentes en el Primer Informe, pero ahora son importantes; también se da mayor relevancia a la agricultura sostenible, a los cultivos para biocombustibles y a la salud humana. Aunque es difícil evaluar el progreso en términos de investigación y desarrollo de las especies descuidadas e infrautilizadas, como recomienda el Primer Informe, está claro que se necesitan más esfuerzos.

En muchos países, es necesario desarrollar estrategias, políticas y leyes más eficaces, que incluyan legislación sobre semillas y propiedad intelectual (PI), para fomentar una mayor utilización de los RFAA. Existen buenas oportunidades para reforzar la cooperación entre las partes interesadas en la conservación y utilización en todas las etapas de la cadena de semillas y alimentos. Se necesitan vínculos más fuertes, en especial entre los fitomejoradores y aquellos que participan en los sistemas de semillas, así como entre el sector público y el privado.

5

El estado de los programas nacionales, las necesidades de capacitación y la legislación

Aunque el Primer Informe clasificó a los programas nacionales en tres categorías, es evidente que esa tipología es demasiado simplista. Hay una enorme heterogeneidad entre los programas nacionales en términos de objetivos, funciones, organización y estructura. De los 113 países que proporcionaron información para el primer y Segundo Informe, el 46 por ciento no tenía ningún programa nacional en 1996, en comparación con el 71 por ciento que ahora sí lo tiene. En la mayoría de los países, las instituciones gubernamentales nacionales son los principales organismos involucrados; sin embargo, la cantidad de partes interesadas, en especial las universidades, se expandió. Varios informes de países indican que la financiación aún es inadecuada y no fiable.

Incluso en países con programas nacionales bien coordinados, a menudo faltan ciertos elementos. Por ejemplo, las bases de datos nacionales de acceso público aún son comparativamente poco comunes, como también lo son los sistemas coordinados para la duplicación de la seguridad y la sensibilización pública.

Desde que se publicó el Primer Informe, la mayoría de los países promulgaron nuevas leyes fitosanitarias nacionales o revisaron leyes antiguas, en gran parte debido a la adopción de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) revisada, en 1997. Con respecto a los derechos de propiedad intelectual (DPI), de los 85 países en desarrollo y de Europa oriental que ahora reconocen los derechos del obtentor (PBR), 60 lo hicieron en la última década. Otros siete están en proceso de redactar leyes en esta materia.

La importancia de los agricultores como custodios y desarrolladores de la diversidad genética se reconoció en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) mediante las disposiciones del Artículo 9 de los derechos del agricultor. Ocho países ahora adoptaron regulaciones que abarcan uno o más aspectos de los derechos del agricultor.

Desde el Primer Informe, la bioseguridad surgió como un tema importante, y muchos países ahora adoptaron marcos o regulaciones de bioseguridad nacional, o están en proceso de desarrollarlos. A febrero de 2010, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología había sido ratificado por 157 países y por la Unión Europea.

6 El estado de la colaboración regional e internacional

La entrada en vigencia del TIRFAA en 2004 marca lo que probablemente sea el progreso más importante desde la publicación del Primer Informe. El TIRFAA es un acuerdo internacional legalmente vinculante que fomenta la conservación y la utilización sostenible de los RFAA y el intercambio justo y equitativo de los beneficios que surgen de su utilización, en armonía con el CDB. El TIRFAA fomenta intensamente la colaboración internacional, para lo cual la FAO proporciona la Secretaría.

Debido al gran nivel de interdependencia entre los países con respecto a la conservación y la utilización de los RFAA, es necesario que haya una sólida y extensa cooperación internacional. Se realizaron progresos considerables en esta esfera desde que se publicó el Primer Informe. Se establecieron varias redes regionales nuevas sobre RFAA, y otras se fortalecieron más. Sin embargo, a no todas les ha ido bien. Muchas están casi totalmente inactivas, y una dejó de funcionar. Se establecieron tres nuevas redes regionales en África para resolver específicamente el problema de la producción de semillas.

La FAO también reforzó sus actividades en materia de RFAA desde el Primer Informe, por ejemplo, al establecer la GIBP en 2006. Los centros internacionales del GICIAI suscribieron acuerdos con la FAO en 2006, que actuó en nombre del órgano rector del TIRFAA para que sus colecciones sean parte del sistema multilateral de acceso e intercambio de beneficios del TIRFAA. El GICIAI mismo está en un proceso de importantes reformas.

También se generaron muchas otras iniciativas internacionales nuevas, que incluyen el establecimiento del Centro Internacional de Agricultura Biosalina (ICBA) en 1999, Central Asia and the Caucasus Association of Agriculture Research Institution (CACAAARI) y el Foro Global de Investigación Agropecuaria (FGIA) en 2000, el Foro de investigación agrícola en África (FARA) en 2002, Global Cacao Genetic Resources Network (CacaoNet) en 2006 y Crops for the Future y el SGSV en 2008. Todos tienen actividades importantes para los RFAA. En el área de la financiación, muchas fundaciones nuevas ahora apoyan actividades internacionales con respecto a los RFAA. En 1998 se creó un fondo especial para respaldar la investigación agrícola en América Latina (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, FONTAGRO), y en 2004, se estableció el GCDT como elemento esencial de la estrategia de financiación del TIRFAA.

7 El acceso a los recursos fitogenéticos, la distribución de los beneficios resultantes de su uso y la realización de los derechos de los agricultores

El marco legal y normativo internacional y nacional para el acceso y la distribución de beneficios (ABS) cambió de manera considerable desde la publicación del Primer Informe. Quizás, el desarrollo de mayor alcance fue la entrada en vigencia del TIRFAA en 2004.

El TIRFAA estableció un Sistema multilateral de ABS que facilita el acceso a los recursos fitogenéticos de los cultivos más importantes para la seguridad alimentaria, sobre la base del Acuerdo normalizado de transferencia de material (ANTM). Hasta febrero de 2010, el TIRFAA tenía 123 miembros. La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO adoptó un programa de trabajo plurianual en 2007 que recomendaba que “ la FAO siguiera concentrándose en el acceso y la puesta en común de los beneficios con respecto a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de forma integrada e interdisciplinaria...”.

Las negociaciones del CDB tendientes a desarrollar un régimen internacional de ABS se programaron para que finalizaran en 2010. Sin embargo, aún hay muchos problemas sin resolver, que incluyen la situación legal del régimen. Las discusiones sobre temas relacionados con el ABS también tienen lugar en otros foros, tales como el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y la Organización Mundial del Comercio (OMC). Es necesario lograr una mayor coordinación entre los diferentes organismos que participan de estas discusiones en el ámbito nacional e internacional.

En febrero de 2010, la base de datos de la CDB sobre medidas de ABS enumeró 33 países con leyes que regulan el ABS. De ellos, 22 adoptaron nuevas leyes o regulaciones desde 2000. La mayoría de ellas se desarrolló en respuesta al CDB, en vez del TIRFAA. Muchos países expresaron su deseo de recibir asistencia para afrontar los complejos problemas legales y técnicos que implica redactar nuevas leyes. Hasta el momento, hay pocos modelos que se puedan imitar, y muchos países están probando nuevas maneras de proteger y premiar el conocimiento tradicional y la realización de los derechos de los agricultores.

8

La contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible

El desarrollo sostenible pasó de ser un movimiento que se enfocaba principalmente a cuestiones medioambientales, a ser un marco de amplio reconocimiento que tiene como objetivo equilibrar las cuestiones económicas, sociales, medioambientales y entre generaciones en la toma de decisiones y en el accionar a todo nivel.

Hubo crecientes esfuerzos por reforzar la relación entre la agricultura y el suministro de servicios ecosistémicos. Los planes que promueven el pago por servicios ecosistémicos (PSA), tales como la conservación de RFAA *in situ* o en la explotación, se establecen en un intento por fomentar y premiar a los agricultores y a las comunidades rurales por su gestión del medioambiente. Sin embargo, la implementación justa y eficaz de esos planes aún es un gran reto.

Las preocupaciones sobre el posible impacto del cambio climático crecieron considerablemente en la última década. La agricultura es, a la vez, una fuente y un sumidero de carbono atmosférico. Se reconoce que los RFAA tienen una importancia fundamental para desarrollar sistemas de explotación agrícola que retengan más carbono y emitan menos gases de efecto invernadero, y para apuntalar el mejoramiento de variedades nuevas que serán necesarias para que la agricultura se adapte a las futuras condiciones medioambientales que se prevén. Debido al tiempo que se requiere para desarrollar una nueva variedad de cultivo, es esencial generar ahora mayor capacidad de fitomejoramiento.

Es necesario adoptar medidas, normas, indicadores y datos de referencia más precisos y fiables para la sostenibilidad y la seguridad alimentaria, que permitirán supervisar y evaluar mejor el progreso en esas áreas. En particular, se necesitan normas e indicadores que permitan controlar la función específica de los RFAA.

A pesar de la gran contribución de los RFAA a la seguridad alimentaria y a la agricultura sostenible globales, su función no se reconoce ni comprende totalmente. Se necesitan más esfuerzos destinados a calcular el valor total de los RFAA, a evaluar el impacto de su utilización y para que esta información sea conocida por los responsables de las políticas y el público en general, a fin de ayudar a generar los recursos necesarios para fortalecer programas de conservación y utilización.



Capítulo 1

El estado de la diversidad

1.1 Introducción

El Capítulo 1 del Primer Informe sobre el *Estado Mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* describe la naturaleza, el alcance y el origen de la diversidad genética entre y dentro de las especies de plantas, la interdependencia entre los países con respecto a su necesidad de acceso a los recursos de otros y el valor de esta diversidad, en especial para los pequeños agricultores. En este capítulo se actualiza la información provista en el Primer Informe y se presenta una serie de elementos nuevos. El objetivo es posicionar RFAA en un contexto más amplio, donde se observan patrones cambiantes de consumo y producción de alimentos. Además, se resumen los conocimientos obtenidos hasta el momento con respecto a los cambios en el estado de la diversidad en campos agrícolas, colecciones *ex situ*, y áreas naturales protegidas y no protegidas. Se ofrece una revisión actualizada del estado de la vulnerabilidad genética y de la interdependencia entre países y regiones en el ámbito de la conservación y el uso de los RFAA. Asimismo, se suministra información nueva sobre indicadores de diversidad genética y técnicas de evaluación. El capítulo finaliza con un resumen de los cambios más importantes que se han efectuado desde 1996, e incluye una lista de deficiencias y necesidades que se esperan para el futuro.

Desde la publicación del Primer Informe, ciertas tendencias se han hecho más visibles, y han surgido otras nuevas. La globalización ha tenido un impacto creciente, los precios de los alimentos y la energía han aumentado, los alimentos orgánicos han crecido en popularidad, además de considerarse atractivos desde el punto de vista económico, y la producción de cultivos modificados genéticamente (OMG) se ha difundido ampliamente, si bien no se ha logrado sin oposición. La inversión destinada a la investigación agrícola, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, continúa generando altas tasas de rentabilidad económica, sobre todo mediante el desarrollo y la implementación de nuevas variedades de cultivos. La seguridad alimentaria continúa siendo una preocupación a nivel mundial, y es posible que no se observen cambios en el futuro inmediato, dado que la población mundial sigue creciendo, los recursos son más escasos y hay cada vez más presión para

desarrollar tierras productivas para usos alternativos. En la actualidad, existe un consenso generalizado de que el cambio climático es inevitable. Es posible que todos estos factores hayan repercutido en el estado de la diversidad de los campos agrícolas.

El desarrollo de nuevas variedades y sistemas de cultivo que se adapten a las condiciones ambientales y socioeconómicas más recientes será fundamental para limitar la pérdida del rendimiento en algunas regiones y para aprovechar las nuevas oportunidades en otras (ver Sección 4.9.5).^{1,2,3} En muchas regiones del mundo, el rendimiento de cultivos ha llegado a expresar su máximo potencial, o incluso a decaer, como resultado de la degradación ambiental, de la escasez de agua y energía y de la falta de inversión específica en investigación e infraestructura (ver Capítulo 8).⁴ Para hacer frente a estos desafíos, será necesario utilizar una mayor diversidad genética, lo cual generará una demanda cada vez mayor de material novedoso proveniente de los bancos de genes de todo el mundo.

1.2 Diversidad dentro y entre las especies de plantas

Solo algunos de los informes de países contienen datos que permiten realizar una comparación directa y cuantitativa de los cambios observados en el estado de la diversidad dentro y entre los cultivos desde el año 1996. Además, en aquellos informes que disponen de comparaciones cuantitativas, estas se centran principalmente en la cantidad de variedades distribuidas o en los cambios observados en las superficies cultivadas. Ambos factores solo muestran en forma muy indirecta los cambios en la diversidad genética de los campos agrícolas. Sin embargo, parece claro que las iniciativas de manejo en la explotación han crecido en la última década, puesto que la base científica de este trabajo se ha logrado comprender mejor y se han desarrollado y ejecutado metodologías apropiadas. Los vínculos entre aquellos que están principalmente interesados en el manejo de los RFAA en su explotación y aquellos que participan en la conservación y uso *ex situ* también se han fortalecido, si bien en varios aspectos los dos sectores permanecen desconectados. El crecimiento constante de las colecciones *ex situ* y

CAPÍTULO 1

la inclusión cada vez mayor de la diversidad genética amenazada dentro de ellas es una tendencia positiva, aunque el atraso en la regeneración y la duplicación excesiva continúan siendo áreas de preocupación. En los informes de países, no hay datos cuantitativos sobre el estado cambiante de las especies silvestres a fines a las cultivadas (ESAC), pero varios países informaron la adopción de una serie de medidas específicas para promover su conservación. Por último, hay evidencia de que la sensibilización pública con respecto a la importancia de la diversidad de cultivos, en especial de aquellas especies anteriormente marginadas o infrautilizadas, como las hortalizas y las frutas tradicionales, está aumentando tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados.

1.2.1 Cambios en el estado del manejo de la diversidad en la finca

Actualmente, en gran parte del mundo desarrollado, la producción industrializada proporciona la mayoría de los alimentos. El fitomejoramiento moderno ha conducido al desarrollo de variedades de cultivos que cumplen con los requisitos de los sistemas de producción de insumos elevados y con las estrictas normas del mercado (aunque hay un número limitado de trabajo de fitomejoramiento orientado a la agricultura de bajos insumos y a la agricultura orgánica). La fuerte demanda de los consumidores por obtener alimentos económicos de calidad uniforme y predecible ha conducido a un enfoque centrado en métodos de producción rentables. Como resultado, en el transcurso de la última década, las empresas multinacionales de alimentos han conseguido tener más influencia, y gran parte de los alimentos consumidos en los países industrializados ahora se produce más allá de sus fronteras nacionales.⁵ Esta modalidad de producción y consumo de alimentos también se está diseminando en varios países en desarrollo, en especial en América del Sur y partes de Asia,⁶ dado que los ingresos son mayores en dichas regiones.

Sin embargo, y a pesar de esta tendencia, una parte sustancial de los alimentos consumidos en el mundo en desarrollo aún se produce con pocos insumos químicos, o directamente sin ellos, y se comercializa a ni-

vel local. Estos sistemas de explotación agrícola, por lo general, dependen en gran medida de la diversidad de cultivos y variedades y, en muchos casos, de un gran nivel de diversidad genética dentro de las variedades locales. Esto representa una estrategia tradicional y generalizada para aumentar la seguridad alimentaria y reducir los riesgos ocasionados por los caprichos del mercado, el clima, las plagas o las enfermedades. A causa del cambio constante de la agricultura de subsistencia a la agricultura comercial, gran parte de la diversidad que aún existe dentro de esos sistemas tradicionales continúa amenazada. Mantener la diversidad genética dentro de los sistemas de producción local también permite conservar el conocimiento local y viceversa. Con la desaparición de idiomas y estilos de vida tradicionales en todo el mundo, es probable que se esté perdiendo una gran cantidad de conocimiento sobre cultivos y variedades tradicionales. Esto además trae aparejada la pérdida de una parte importante del valor de los recursos genéticos propiamente dichos, lo cual justifica la necesidad de prestar más atención al manejo de los RFAA en la explotación. El concepto de reservas de agrobiodiversidad ha ganado terreno en este contexto. Se trata de áreas protegidas cuyo propósito es la conservación de la diversidad cultivada y de las prácticas agrícolas y los sistemas de conocimiento asociados.

En el transcurso de la última década, la promoción y el apoyo del manejo de recursos genéticos en la explotación, ya sea en campos agrícolas, huertos domésticos, huertas comerciales u otras áreas cultivadas de gran diversidad, se han establecido firmemente como un componente clave de las estrategias de conservación de cultivos, ya que se han documentado las metodologías y los enfoques siguiendo un método científico, y se ha realizado un control de sus efectos (ver Capítulo 2). Tomando como base la información suministrada en los informes de países, no es posible sacar conclusiones definitivas acerca de las tendencias globales de la diversidad en la explotación desde el año 1996. Parece claro que la diversidad en los campos agrícolas ha disminuido para algunos cultivos en determinadas áreas y países, y la amenaza es cada vez mayor; pero, por otra parte, otros intentos de medir rigurosamente los cambios en la diversidad genética de los cultivos, detallados

en la bibliografía existente, no han arrojado los datos de erosión esperados. Este tema se analizará en más detalle en la Sección 1.3.

El fitomejoramiento participativo se ha adoptado ampliamente como un enfoque para la gestión de la diversidad en la explotación, con el objetivo de desarrollar cultivares mejorados y conservar las características de adaptación y otros rasgos de importancia local. Proporciona un vínculo particularmente efectivo con la conservación y el uso *ex situ*. En la Sección 4.6.2 se ofrece más información sobre el estado del fitomejoramiento participativo.

1.2.2 Cambios en el estado de la diversidad en las colecciones *ex situ*

Como se informa en el Capítulo 3, la cantidad total de muestras conservadas *ex situ* en todo el mundo ha aumentado aproximadamente un 20 por ciento (1,4 millones) desde 1996, para alcanzar los 7,4 millones. Sin embargo, se estima que menos del 30 por ciento de este total son muestras distintas (1,9-2,2 millones). Durante el mismo período, la nueva recolección registró al menos 240 000 muestras y, quizás, una cantidad considerablemente superior (ver Capítulo 3). Las principales tendencias se pueden inferir al comparar el estado actual de la diversidad de un conjunto de colecciones *ex situ* bien documentadas con la información correspondiente a la fecha de elaboración del Primer Informe. A tal efecto, se han analizado datos de 12 colecciones en poder de los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GIAI) y World Vegetable Centre (Centro de Investigación y Desarrollo sobre los Vegetales de Asia, AVRDC) y datos de 16 colecciones seleccionadas que se conservan en los sistemas nacionales de investigaciones agronómicas (SNIA) (ver Cuadros 1.1 y 1.2, respectivamente). Estas colecciones representan una parte sustancial del total de los recursos *ex situ* mundiales. Su objetivo no es proporcionar un panorama completo o regionalmente equilibrado de la situación mundial: son simplemente bancos de genes que disponen de datos de calidad suficiente para el año 1996 y la actualidad, y que permiten realizar un cálculo razonable de las tendencias.

En conjunto, estas colecciones *ex situ* han crecido en forma considerable en términos de tamaño. Entre

1995 y 2008, las colecciones internacionales combinadas que mantienen el GIAI y el AVRDC aumentaron un 18 por ciento, y las colecciones nacionales un 27 por ciento. Sin embargo, se desconoce que parte de este incremento sea debido a material completamente nuevo y distinto, y que parte represente la adquisición de materiales ya presentes en otros bancos de genes.

Si bien la opinión preponderante en 1995 era que la cobertura de la diversidad de los principales cultivos básicos⁷ dentro de las colecciones del GIAI era bastante completa,⁸ desde entonces varias colecciones han crecido, ya que se han identificado y solucionado deficiencias en la cobertura geográfica de las colecciones y se han agregado muestras adicionales de ESAC. También se han realizado ajustes en los números, como consecuencia de una mejora en el proceso de gestión y documentación. Además, varios de los bancos de genes del GIAI se han hecho cargo de colecciones de materiales con características genéticas especiales y de colecciones huérfanas provistas por otros.

Si bien el principal crecimiento en las colecciones del GIAI se centra en especies que ya estaban presentes antes de 1995, se ha agregado una cantidad considerable de especies nuevas.

En el caso de las colecciones nacionales analizadas, se ha observado un aumento particularmente importante en la cantidad de especies y muestras de cultivos no básicos y de ESAC conservadas si bien estas, por lo general, todavía están insuficientemente representadas en las colecciones.⁹ El aumento en la cobertura de especies ha sido drástico: un promedio del 60 por ciento desde 1995. Sin embargo, hay grandes diferencias entre los países: algunas colecciones todavía se están recopilando y han registrado grandes incrementos (p. ej. Brasil, Ecuador e India); otras se mantienen estables o se encuentran en una etapa de consolidación (p. ej. Alemania y Federación de Rusia). Incluso se espera una mayor variabilidad en el amplio espectro de bancos de genes de todas las regiones.

El nivel de conservación de las colecciones del GIAI ha avanzado en la última década, en gran medida como consecuencia del apoyo financiero adicional otorgado por el Banco Mundial. Los atrasos en la regeneración han disminuido sustancialmente, y no se informa ninguna erosión genética significativa. No obstante, en el caso de los bancos de genes nacio-

CAPÍTULO 1

CUADRO 1.1
Comparación entre las colecciones en poder de los centros del AVRDC y el GCIAL en 1995 y 2008

Centro ^a	1995 (N.º)			2008 (N.º)			Cambio (%)		
	Géneros	Especies	Muestras	Géneros	Especies	Muestras	Géneros	Especies	Muestras
AVRDC	63	209	43 205	160	403	56 522	154	93	31
CIAT	161	906	58 667	129	872	64 446	-20	-4	10
CIMMYT	12	47	136 259	12	48	173 571	0	2	27
CIP	9	175	13 418	11	250	15 046	22	43	12
ICARDA	34	444	109 223	86	570	132 793	153	28	22
ICRAF	3	4	1 005	3	6	1 785	0	50	78
ICRISAT	16	164	113 143	16	180	118 882	0	10	5
IITA	72	155	36 947	72	158	27 596	0	2	-25
ILRI	358	1 359	13 470	388	6	18 763	0	28	39
INIBAP/Bioversity	2	21	1 050	2	1 746	1 207	0	10	15
IRRI	11	37	83 485	11	23	109 161	0	5	31
WARDA	1	5	17 440	1	39	21 527	0	20	23
Total	494	2 813	627 312	612	3 446	741 319	24	23	18

Fuentes: Bancos de genes individuales; sitio Web 2008 de la Red de información sobre los recursos genéticos para todo el sistema (SINGER); los datos de WIEWS correspondientes a 1996 y 1995 para IITA e ICRAF se tomaron del CD SINGER 1997. No se consideraron los géneros indeterminados.

^a World Vegetable Centre (Centro de Investigación y Desarrollo sobre los Vegetales de Asia, AVRDC); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); Centro Internacional de la Papa (CIP); Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Secas (ICARDA); Centro Internacional de Investigación en Agroforestería [ahora el Centro Mundial de Agro silvicultura] (ICRAF); Instituto Internacional de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT); Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA); Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias (ILRI); Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP); Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI); Asociación de África Occidental para el Fomento del Arroz [ahora el Centro Africano del Arroz] (WARDA).

CUADRO 1.2
Comparación entre las colecciones en poder de determinados bancos de genes nacionales en 1995 y 2008^a

País	Banco de genes	1995 (N)			2008 (N)			Cambio (%)		
		Géneros ^b	Especies	Muestras	Géneros	Especies	Muestras	Géneros	Especies	Muestras
Alemania	IPK Gatersleben ^c	633	2 513	147 436	801	3 049	148 128	27	21	0
Brasil	CENARGEN	136	312	40 514	212	670	107 246	56	115	165
Canadá	PGRG	237	1 028	100 522	257	1 166	106 280	8	13	6
China	ICGR-CAAS	-	-	358 963	-	-	391 919	-	-	9
Ecuador	INIAP/DENAREF	207	499	10 835	272	662	17 830	31	33	65
Estados Unidos de América	NPGS ^e	1 582	8 474	411 246	2 128	11 815	508 994	35	39	24
Etiopía	IBC	71	74	46 322	151	324	67 554	113	338	46
Federación de Rusia	VIR	262	1 840	328 727	256	2 025	322 238	-2	10	-2
Hungría	ABI	238	742	37 969	294	915	45 321	24	23	19
India	NBPGR	73	177	154 533	723	1 495	366 333	890	745	137
Japón	NIAS	-	-	202 581	341	1 409	243 463	-	-	20
Kenya	KARI-NGBK	140	291	35 017	855	2 350	48 777	511	708	39
Países Bajos	CGN	30	147	17 349	36	311	24 076	20	112	39
Países nórdicos	NGB ^d	88	188	24 241	129	319	28 007	47	70	16
República Checa	RICP	34	96	14 495	30	175	15 421	-12	82	6
Turquia	AARI	317	1 941	32 122	545	2 692	54 523	72	39	70
Promedio		289	1 309	140 205	502	2 098	178 294	74	60	27

CAPÍTULO 1

CUADRO 1.2 (CONTINUACIÓN) Comparación entre las colecciones en poder de determinados bancos de genes nacionales en 1995 y 2008^a

- ^a Bancos de genes seleccionados según el tamaño de las colecciones y la disponibilidad de los datos. Las cifras representan la cantidad de muestras. Las fuentes de datos son las siguientes: Encargado del banco de genes de Brasil; encargado del banco de genes de Canadá; informes de países: Alemania WIEWS 1996, EURISCO 2008, informes de países 1995 y 2007; China, 1995 y 2008; Ecuador, conjunto de datos del banco de genes, WIEWS 1996 y NISM (2008); Estados Unidos de América, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), conjunto de datos de la Red de Información de Recursos de Germoplasma (GRIN); Etiopía, WIEWS 1996 y NISM (2007); Federación de Rusia, encargado del banco de genes; Hungría, encargado del banco de genes; India, encargado del banco de genes; Kenia, WIEWS 1996 y NISM (2008); Países Bajos, encargado del banco de genes; Países Nórdicos, conjunto de datos del banco de genes; República Checa, WIEWS 1996 y EURISCO 2008; Turquía, encargado del banco de genes.
- ^b Los sistemas taxonómicos varían según el banco de genes y pueden haber cambiado con el transcurso del tiempo. Se incluyen híbridos y especies no identificadas.
- ^c Los datos de 1995 hacen referencia a las colecciones de germoplasma del IPK y de sus dos sucursales externas ubicadas en Gross-lusewitz y Malchow, y a las colecciones del PGRC en Braunschweig, dado que después de su cierre, la gran mayoría de las colecciones se transfirieron al IPK en el año 2004.
- ^d No incluye muestras conservadas en bancos de genes en campo, pero sí incluye material genético y colecciones de semillas especiales. Datos adicionales tomados del informe de país de Suecia, 1995.
- ^e El Sistema Nacional de Germoplasma Vegetal (NPGS) incluye los siguientes centros de depósito: C. M. Rick Tomato Genetic Resources Centre (GS1Y), Davis, California; Clover Collection, Departamento de Agronomía, Universidad de Kentucky (CLO), Lexington, Kentucky; Crop Germplasm Research Unit (COT), College Station, Texas; Dale Bumpers National Rice Research Centre (DB NRR), Stuttgart, Arkansas; Desert Legume Programme (DLEG), Tucson, Arizona; Fruit laboratory, ARS Plant Germplasm Quarantine Office (PGQO), Beltsville, Maryland; G.A. Marx Pea Genetic Stock Centre, Western Regional Plant Introduction Station (GSP1), Pullman, Washington; Maize Genetics Cooperation, Stock Centre (MGCS), Urbana, Illinois; National Arctic Plant Genetic Resources Unit, Alaska Plant Materials Centre (PALM), Palmer, Alaska; National Arid Land Plant Genetic Resources Unit (PAR), Parlier, California; National Centre for Genetic Resources Preservation (NCGRP), Fort Collins, Colorado; National Clonal Germplasm Repository (COR), Corvallis, Oregon; National Clonal Germplasm Repository for Citrus and Dates (NCGRCD), Riverside, California; National Germplasm Repository (DAV), Davis, California; National Germplasm Repository (HILO), Hilo, Hawaii; National Germplasm Resources Laboratory (NGRL), Beltsville, Maryland; National Small Grains Germplasm Research Facility (NSGC), Aberdeen, Idaho; National Tree Seed Laboratory, Dry Branch, Georgia; North Central Regional Plant Introduction Station (NC7), Ames, Iowa; Northeast Regional Plant Introduction Station, Plant Genetic Resources Unit (NE9), Geneva, Nueva York; Ornamental Plant Germplasm Centre (OPGC), Columbus, Ohio; Oxford Tobacco Research Station (TOB), Oxford, Carolina del Norte; Pecan Breeding and Genetics, National Germplasm Repository (BRW), Somerville, Texas; Plant Genetic Resources Conservation Unit, Southern Regional Plant Introduction Station (S9), Griffin, Georgia; Plant Genetic Resources Unit, New York State Agricultural Experiment Station (GEN), Geneva, Nueva York; Potato Germplasm Introduction Station (NR6), Sturgeon Bay, Wisconsin.

nales, ocurre una situación más compleja. Una serie de estudios recientes respaldados por el GCDT que abarcan 20 cultivos principales,¹⁰ informa que existen importantes atrasos en la regeneración de una cantidad significativa de colecciones nacionales. Otras preocupaciones incluyen lo siguiente:

- Las especies marginadas e infrautilizadas, por lo general, siguen estando insuficientemente representadas en las colecciones.
- La situación puede agravarse si el foco de atención cambia aún más hacia los cultivos incluidos dentro del sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios, en virtud del TIRFAA.
- La cantidad de individuos (semillas, tejidos, tubérculos, plantas, etc.) conservados por muestra es, a menudo, inferior a los valores óptimos para mantener una población heterogénea.
- Las ESAC son, por lo general, costosas de mantener y siguen estando representadas de modo insuficiente en las colecciones *ex situ*, una situación que posiblemente no cambie, a menos que se provean muchos más recursos para tal fin.

Aunque aparentemente hoy en día se conserva más diversidad *ex situ* que hace una década, es necesario obrar con cautela, como se señaló anteriormente. Algunos aumentos, sino la mayoría, proceden del intercambio de muestras existentes entre colecciones, lo cual conduce a un incremento generalizado en la cantidad de duplicaciones.¹¹ Esto podría, por lo menos en parte, reflejar una tendencia de “repatriación” de colecciones cada vez más acentuada. Además, al menos una parte del cambio puede atribuirse a una mejor gestión de las colecciones y a un conocimiento más acabado de las cifras relativas a este tema. Sin embargo, también debería tenerse en cuenta que la cantidad de muestras no es necesariamente un sinónimo de diversidad. En algunos casos una colección pequeña puede presentar más diversidad que una de mayor tamaño.

Varias redes y bancos de genes han informado la adopción de medidas para racionalizar colecciones. Un ejemplo es la iniciativa del Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR) para racionalizar las colecciones europeas de recursos fitogenéticos, que se encuentran dispersas en más de 500 mantenedores y 45 países. La identi-

ficación de los duplicados no deseables es un componente importante de la iniciativa, denominada AEGIS (Sistema Europeo Integrado de Bancos de Genes para los RFAA). Las llamadas “muestras más apropiadas” se identifican entre las muestras duplicadas; para ello, se utilizan criterios tales como la unicidad genética, la importancia económica y la facilidad de acceso, el estado de conservación y de documentación. La adopción de normas de datos comunes facilita enormemente la comparación de datos y, por consiguiente, la identificación de duplicados y muestras únicas¹².

1.2.3 Cambios en el estado de las especies silvestres afines a las cultivadas

El manejo *in situ* de las ESAC se analiza en el Capítulo 2, y las cifras relativas a la conservación *ex situ* de las ESAC se suministran en el Capítulo 3. Si bien los métodos de conservación *ex situ* y manejo en finca son los más apropiados para conservar el germoplasma de cultivos domesticados, ESAC y especies silvestres, la conservación *in situ* es, por lo general, la estrategia elegida, respaldada por el método *ex situ*, que puede facilitar su utilización de modo considerable. A pesar de la apreciación cada vez mayor de la importancia de las ESAC, tal como lo demuestran los numerosos informes de países, la diversidad dentro de varias especies y, en algunos casos, la misma continuidad de su existencia, permanecen amenazadas como consecuencia de los cambios en las prácticas de uso de las tierras, el cambio climático y la pérdida o degradación de los hábitats naturales.

En la última década, se han identificado en todo el mundo varios sitios nuevos y prioritarios para la conservación de las ESAC *in situ*. Para tal fin, se ha seguido, en líneas generales, algún tipo de estudio ecogeográfico.¹³ En algunos casos, se han propuesto nuevas áreas protegidas a fin de conservar determinados géneros o incluso especies. La diversidad de las ESAC en algunas de las áreas protegidas existentes ha disminuido durante este período, mientras que otras áreas todavía albergan un gran nivel de diversidad.

En todas las regiones, la distribución de reservas que incluyen poblaciones de ESAC dentro de sus límites sigue siendo desigual, y varias de las principales

CAPÍTULO 1

regiones, como el África Subsahariana, aún siguen insuficientemente representadas. Sin embargo, la conservación *in situ* de las ESAC ha captado la atención de muchos países, por ejemplo, de aquellos que están participando en un proyecto coordinado por Bioersity International, denominado “Conservación *in situ* de las ESAC mediante una mejor ordenación de la información y aplicación de campo” (ver Recuadro 2.1). Las actividades preparatorias, como la investigación y la selección del lugar, se mencionaron en numerosos informes de países. Sin embargo, aún es necesario lograr un reconocimiento formal y/o la adopción de regímenes de gestión apropiados. La CRGAA recientemente encargó un informe sobre el “Establecimiento de una red mundial para la conservación *in situ* de las ESAC: estado y necesidades”.¹⁴ Este informe identifica las prioridades de conservación mundial y sugiere ubicaciones geográficas para las reservas de ESAC de 12 cultivos seleccionados (ver Figura 1.1 y Cuadro 2.1). Estas ubicaciones, junto con otros sitios prioritarios que se identificarán en el futuro tras el estudio de las reservas genéticas de los cultivos, formarán una red mundial de conservación *in situ* de ESAC.

La amenaza que representa el cambio climático para las ESAC se ha mencionado en un estudio reciente¹⁵ que se centró en tres importantes géneros: *Arachis*, *Solanum* y *Vigna*. El estudio pronostica que entre el 16 y el 22 por ciento de las especies presentes en esos géneros se extinguirá antes del año 2055 y llama a la acción inmediata con el propósito de preservar las ESAC *ex situ* e *in situ*. Las muestras de seguridad conservadas *ex situ* adquirirán más importancia, en especial cuando el cambio ambiental sea demasiado rápido como para permitir un proceso efectivo de cambio y adaptación evolutiva, o bien de migración (incluso en el caso de migración asistida). Las muestras almacenadas *ex situ* también tienen la ventaja de ser más accesibles. Sin embargo, existen deficiencias significativas en la cobertura taxonómica y geográfica de las colecciones *ex situ* de las ESAC. Un estudio reciente llevado a cabo por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Bioersity International ha destacado estas mismas deficiencias en una serie de reservas genéticas.

La Figura 1.2 ofrece un resumen de los resultados correspondientes a los 12 cultivos en cuestión.¹⁶

Además, destaca las áreas del mundo donde se estima que existirán especies de ESAC para dichos cultivos, en función de los especímenes de herbarios, pero que no cuentan con colecciones *ex situ*.

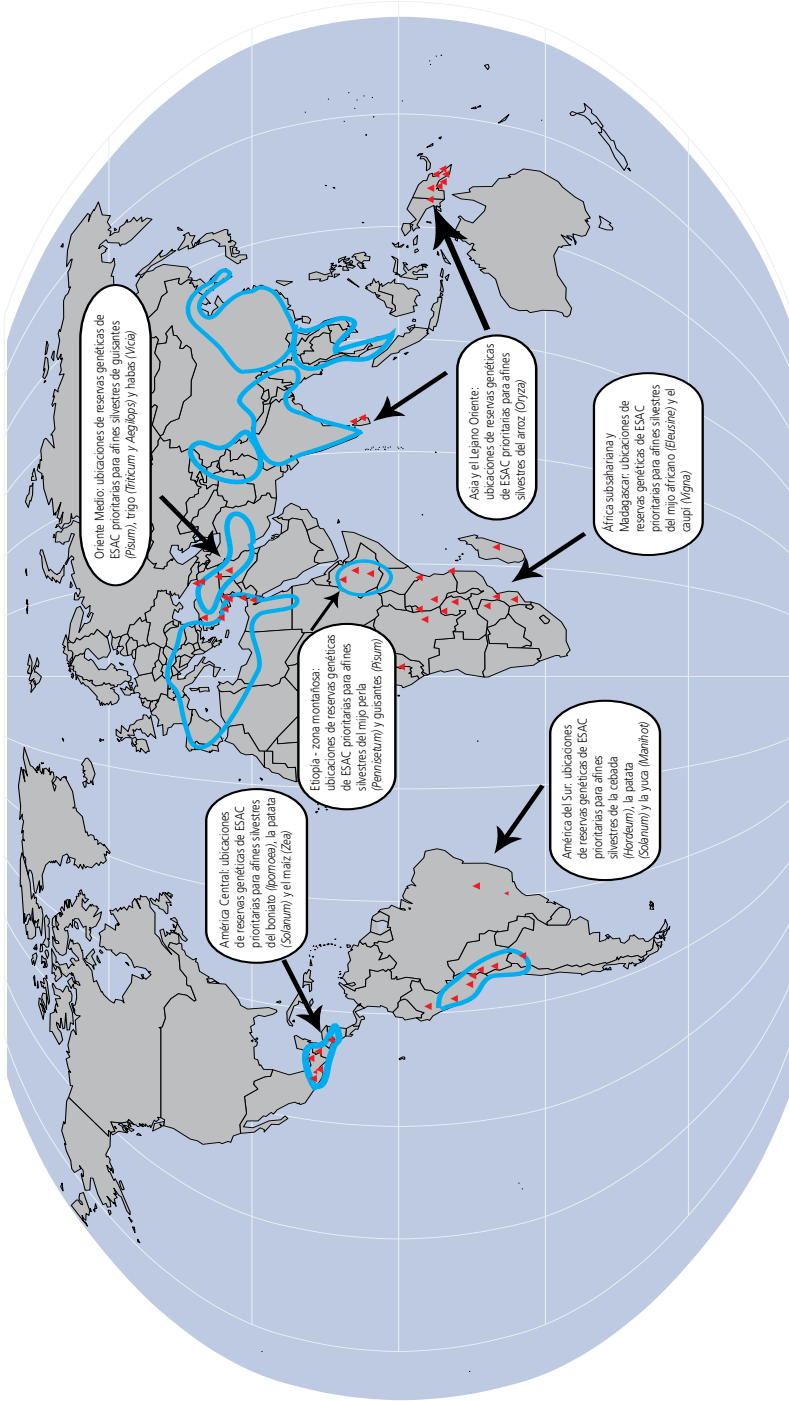
Los avances conseguidos en las técnicas de investigación y su mayor disponibilidad durante la última década han aportado nuevos e importantes conocimientos sobre la magnitud y la distribución de la diversidad genética, tanto en el tiempo como en el espacio, como se expone en las siguientes secciones.

1.2.3.1 Tecnologías moleculares

Desde que se publicó el Primer Informe, se ha observado una proliferación de nuevas técnicas moleculares, muchas de las cuales son más simples de usar y menos costosas que las técnicas anteriores. Esto ha llevado a la generación de un gran volumen de datos que crece rápidamente, respecto a la diversidad genética. Gran parte de esta información se encuentra a disposición del público. El enorme aumento en la capacidad para detallar secuencia del ácido desoxirribonucleico (ADN), por ejemplo, ha permitido secuenciar el genoma del arroz, además de posibilitar las comparaciones entre los genomas del arroz *japonica* e *indica*, y entre los genomas del arroz y el trigo.¹⁷ La aplicación de técnicas moleculares está aumentando rápidamente tanto en la mejora de los cultivos (ver Sección 4.4) como en la conservación de los recursos fitogenéticos. Sin embargo, en líneas generales, el proceso ha sido más lento de lo que se preveía hace una década, y pocos informes, en especial aquellos procedentes de los países menos desarrollados, mencionan estas técnicas. En el Recuadro 1.1 se detallan algunos ejemplos seleccionados para ilustrar ciertos usos actuales de estas nuevas técnicas.

Si bien muchas de las técnicas moleculares, desde la identificación de alelos y la selección asistida por marcadores moleculares hasta la transformación genética, se han desarrollado específicamente para optimizar el mejoramiento de los cultivos; muchas de ellas, además, tienen un valor incalculable para la conservación. Estas incluyen, por ejemplo: técnicas para estimar la distribución espacial y temporal de la diversidad genética y las relaciones entre poblaciones y dentro de las poblaciones,¹⁸ para obtener conoci-

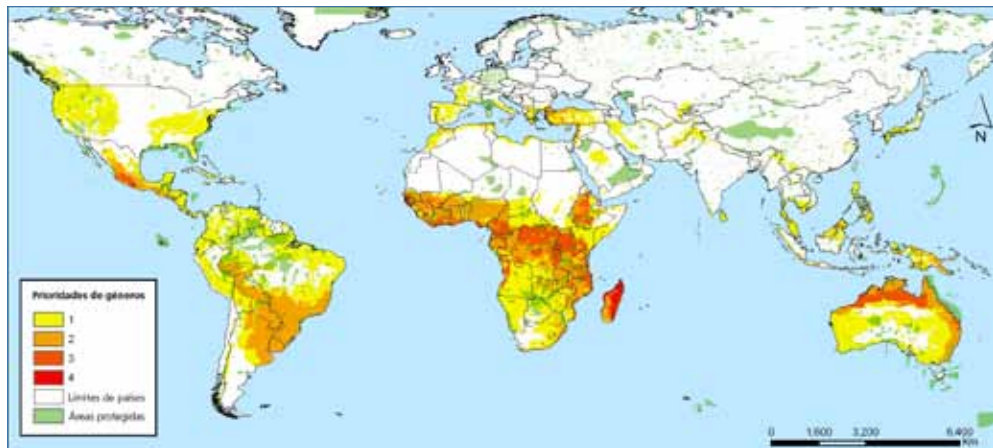
FIGURA 1.1
Ubicaciones de reservas genéticas prioritarias en todo el mundo para afines silvestres de 12 cultivos alimentarios



Fuente: Maxted, N., y Kell, S., P. 2009. Los ocho centros de Vavilov de origen/diversidad de plantas cultivadas, probablemente contengan otros sitios prioritarios para otras reservas genéticas de cultivos.

CAPÍTULO 1

FIGURA 1.2
Deficiencias en colecciones *ex situ* de determinadas reservas genéticas de cultivos^a



^a Las zonas coloreadas son aquellas que presentan la mayor cantidad de deficiencias en las reservas genéticas de ESAC. Cuanto más oscuro sea el color (naranja y rojo), mayor será la cantidad de deficiencias existentes.

Fuente: Ramirez, J. et al. 2009. Gap Analysis for crop wild relatives, Centro internacional de agricultura tropical (CIAT), disponible en <http://gisweb.ciat.cgiar.org/gapanalysis/>.

Recuadro 1.1

Ejemplos del uso de herramientas moleculares en la conservación y caracterización, según lo informado en determinados informes de países

ÁFRICA

- **Benin** Se ha iniciado la caracterización molecular del germoplasma del ñame.
- **Burkina Faso** Caracterización molecular del mijo, sorgo, colocasia, frijol, *Abelmoschus esculentus*, *Macrotyloma geocarpum*, *Pennisetum glaucum*, *Solenostemon rotundifolius*, *Sorghum bicolor*, *Colocasia esculenta*, *Vigna unguiculata* y *Ximenia americana*.
- **Etiopía** Técnicas moleculares utilizadas en estudios de caracterización y diversidad genética para varias especies de cultivo extensivo.
- **Kenia** Aplicación de polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP), huellas de ADN y técnicas de reacción en cadena de la polimerasa (RCP).
- **Malawi** Se ha iniciado la caracterización molecular de las muestras de sorgo.
- **Namibia** Estudios de diversidad genética en sorgo y *Citrullus*.
- **Níger** Se ha iniciado la caracterización molecular del mijo.
- **República Unida de Tanzania** Se han utilizado marcadores moleculares para el 50 por ciento de la colección de cocos, el 46 por ciento de la colección de algodón, *Gossypium* spp., y el 30 por ciento de la colección de anacardo *Anacardium occidentale*.
- **Zimbabwe** La caracterización molecular se ha realizado en variedades nativas recolectadas en las zonas de Nyanga y Tsholotsho, y en las muestras conservadas en el Instituto de Recursos Genéticos y Biotecnología.

Recuadro 1.1 (continuación): Ejemplos del uso de herramientas moleculares en la conservación y caracterización, según lo informado en determinados informes de países

AMÉRICA	
• Bolivia (Estado Plurinacional de)	La caracterización molecular se ha aplicado en una cantidad limitada de colecciones, principalmente en cultivos de raíces y tubérculos.
• Brasil	Estudios del Sistema de Información Geográfica (SIG) sobre la distribución de las variedades silvestres afines al cacahuete.
• Costa Rica	La caracterización molecular se ha llevado a cabo para los clones de chayote, germoplasma de banana y cacao, y en el establecimiento del primer banco de semillas de café crioconservadas del mundo.
• Ecuador	Se ha realizado la caracterización y evaluación molecular para varias especies de cultivos.
• Jamaica	La selección asistida por marcadores moleculares (MAS) se adoptó en el proceso de mejoramiento de los pimientos (var. Scotch bonnet); se está utilizando un laboratorio de biología molecular de última generación para el mejoramiento de las variedades de cocos.
• México	Se ha realizado una secuenciación y un análisis de transcripción con las muestras de Agave tequilana en el Campus Campeche del Colegio de Posgraduados.
• Perú	La caracterización molecular se ha realizado con muestras de yuca, yacón, maní, ají (chile) y 75 variedades de la papa autóctona.
• Venezuela (República Bolivariana de)	Se ha realizado la caracterización molecular de las muestras del banco de genes de caña de azúcar, cacao, patata y algodón, entre otros taxones.
ASIA Y EL PACÍFICO	
• Bangladesh	Se ha llevado a cabo la caracterización molecular de lentejas y cebada, mediante la colaboración entre el Instituto de Investigaciones Agrícolas de Bangladesh y el Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Áridas (ICARDA).
• China	Sobre la base de la tecnología moderna de marcadores moleculares, se han ensamblado colecciones y minicolecciones de referencia para varios cultivos, y se han utilizado para asociar marcadores moleculares con determinados genes.
• Fiji	Con la colaboración de instituciones regionales e internacionales, se han utilizado enfoques moleculares en la caracterización del germoplasma.
• India	Se han implementado marcadores moleculares de resistencia ante enfermedades y plagas de insectos para el mejoramiento del trigo y el triticale.
• Indonesia	Se utilizó el análisis molecular de diversidad genética para confirmar a Papua como un centro secundario de diversidad del boniato. Los marcadores moleculares se han utilizado durante varios años para la caracterización de muestras de diversos cultivos alimentarios (arroz, soja y boniato) y para los programas de mejoramiento de cultivos.
• Japón	Los marcadores moleculares se han integrado a la actividad de caracterización del banco de genes nacional, y la MAS forma parte de la rutina de mejoramiento de los cultivos, como el arroz, el trigo y la soja.
• Lao (República Democrática Popular)	Se han incorporado marcadores moleculares para los <i>loci</i> de rasgos cuantitativos (LRC) en los programas de mejoramiento del arroz.
• Tailandia	Diversidad genética de <i>Curcuma</i> , especies de manglares (<i>Rhizophora mucronata</i>) y <i>Tectona grandis</i> . El país, además, ha utilizado una combinación de datos agroclimáticos y datos de marcadores moleculares en los estudios del SIG para predecir la ubicación de diversas poblaciones, con el propósito de identificar zonas aptas para la conservación <i>in situ</i> y para futuras misiones de recolección.

CAPÍTULO 1

**Recuadro 1.1 (continuación):
Ejemplos del uso de herramientas moleculares en la conservación y caracterización,
según lo informado en determinados informes de países**
EUROPA

- **Bélgica** En el Centro de Fruticultura, la mayoría de las 1 600 muestras de manzanas se han descrito mediante la utilización de marcadores moleculares.
- **Estonia** Se utilizaron marcadores moleculares para confeccionar un mapa con algunas muestras de trigo.
- **Finlandia** Se ha utilizado el análisis de marcadores moleculares en las estimaciones de diversidad genética en las ESAC.
- **Grecia** Se ha iniciado la caracterización y evaluación moleculares de cultivos de hortalizas y cereales.
- **Irlanda** Se llevó a cabo un análisis de la diversidad de las muestras recolectadas de avena (*Avena fatua*), colza silvestre (*Brassica rapa subsp. campestris*) y poblaciones irlandesas de espárragos silvestres (*Asparagus officinalis subsp. prostratus*).
- **Italia** El análisis molecular ha desempeñado una función clave en la evaluación de la variación genética expresada en clones de la misma variedad de algunas especies de frutas.
- **Portugal** Se ha llevado a cabo, parcialmente, la caracterización de muestras de ciruelas, albaricoques, cerezas y almendras en las colecciones portuguesas.
- **Países Bajos** Se han analizado colecciones de lechuga (2 700 muestras), (parcialmente) *Brassica* (300 m.) y patata (300 m.), y una selección de ocho colecciones de manzanas holandesas (800 m.) procedentes del Centro de Recursos Genéticos, con el propósito de mejorar los conocimientos que se poseen sobre la estructura de las colecciones, mientras que parte de la colección de patatas (800 muestras) se ha analizado por medios moleculares para detectar la presencia de ciertos genes potenciales de resistencia.

CERCANO ORIENTE

- **Chipre** Se han comenzado a utilizar herramientas moleculares para la evaluación de material genético, y la evaluación molecular de las muestras de tomate está en proceso.
- **Egipto** Datos genéticos moleculares empleados en la evaluación de recursos filogenéticos de las muestras disponibles en el banco de genes nacional.
- **Irán (República Islámica del)** Los marcadores moleculares se han integrado a los programas de caracterización del banco de genes nacional, y se están utilizando la selección asistida por marcadores moleculares (MAS) y tecnologías de transformación genética para el mejoramiento de nuevos cultivares.
- **Jordania** Existen laboratorios de biología molecular en el centro de investigación nacional y en varias universidades; además, se están utilizando el SIG y la teledetección en tres instituciones.
- **Kazajstán** Se realizó la evaluación de diversidad genética y el estudio genealógico del trigo y la cebada mediante la utilización de marcadores moleculares.
- **Líbano** Se ha llevado a cabo la caracterización genética molecular de las variedades de aceitunas y almendras.
- **Marruecos** Se han utilizado marcadores moleculares y el SIG en la evaluación del germoplasma de cereales para definir las regiones donde se realizarán recolecciones.
- **Omán** Marcadores moleculares utilizados para caracterizar muestras de alfalfa (ADN polimórfico amplificado al azar [RAPD]) y evaluar la progenie en las poblaciones fructíferas de palmas datileras.
- **Yemen** El centro de recursos genéticos nacional tiene la capacidad de realizar caracterizaciones moleculares de germoplasma.

mientos acerca de la domesticación y evolución de cultivos,¹⁹ para controlar el flujo de genes entre las poblaciones domesticadas y silvestres,²⁰ y para aumentar la eficiencia y la eficacia de las operaciones del banco de genes²¹ (p. ej. decidir que material incluir dentro de una colección,²² identificar duplicados,²³ aumentar la eficiencia de la regeneración²⁴ y establecer colecciones de referencia). En consecuencia, se sabe mucho más acerca de la historia y estructura de la diversidad genética en las reservas genéticas de cultivos clave.

1.2.3.2 Sistemas de información geográfica

Existen métodos geográficos nuevos que también están demostrando ser un aporte muy valioso para la ordenación de los recursos fitogenéticos. Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) son altamente eficaces para señalar la ubicación exacta donde se recolectó una planta determinada en el campo. Este tipo de dato tiene un valor inestimable, en especial si se combina con otros datos geográficos, p. ej. topografía, clima o suelos, y se analiza con sistemas de información geográfica (SIG). Esta información puede facilitar enormemente las decisiones sobre que recolectar y en que lugar, y ayuda a explicar las relaciones entre la producción de cultivos, la diversidad genética y los diversos parámetros agroecológicos. Tales técnicas, además, pueden usarse para elaborar modelos agroecológicos capaces de predecir, por ejemplo, el impacto del cambio climático en diferentes cultivos y ubicaciones. Estos métodos han demostrado, por medio de la Estrategia de Identificación Focalizada de Germoplasma (FIGS), que repercuten de modo significativo en la efectividad y eficacia del proceso de prospección de germoplasma para lograr determinadas características de adaptación orientadas al mejoramiento de los cultivos.²⁵

Ningún informe de país indica el grado de disponibilidad y uso de las herramientas de información geográfica dentro del país en cuestión, y la mayoría de los informes que mencionan estudios realizados con SIG no describen los resultados del trabajo. Dichos estudios, más bien, parecen haberse considerado como parte de otros trabajos más amplios, como estudios de la distribución de cultivos, estu-

dios ecogeográficos y publicaciones similares. Por lo general, su pertinencia en el manejo de los RFAA no recibe el reconocimiento que quizá debería.

1.2.3.3 Tecnologías de la información y la comunicación

La capacidad de medir y controlar el estado de la diversidad se ha visto beneficiada con los enormes avances en materia de tecnologías de la información y la comunicación durante la última década. Estos avances se ven reflejados en ordenadores informáticos más rápidos y económicos con mayor capacidad de memoria y almacenamiento, que se integran en una amplia gama de instrumentos y dispositivos equipados con programas más avanzado y mejores interfaces para el usuario. La velocidad y eficacia de la comunicación y del proceso de adquisición, manejo y uso compartido de datos han mejorado drásticamente desde 1996, como resultado de la incorporación de ordenadores a los dispositivos de captura de datos, las mejoras en los programas de gestión de datos y en las bases de datos, y la ampliación de las redes de ordenadores locales y del uso de Internet. Estas mejoras, además, han permitido lograr rápidos avances en la capacidad de procesar y analizar en forma avanzada grandes y complejos conjuntos de datos, por ejemplo, con el surgimiento y la aplicación de la bioinformática para datos moleculares.

1.3 Vulnerabilidad y erosión genéticas

Tal como se define en el Primer Informe, la vulnerabilidad genética es la "situación que se produce cuando un cultivo ampliamente difundido es susceptible de manera uniforme a un peligro creado por una plaga, un patógeno o el medio ambiente como consecuencia de su constitución genética, abriendo así la posibilidad de pérdidas generalizadas del cultivo". La erosión genética, por otra parte, se definió como "la pérdida de genes individuales y de combinaciones específicas de genes (es decir, complejos de genes), tales como los que se mantienen en las razas autóctonas adaptadas localmente. El término 'erosión genética', en ocasiones, se utiliza en un sentido estricto, es decir, para hacer referencia

CAPÍTULO 1

a la pérdida de genes o alelos. También se usa en un sentido más amplio, para referirse a la pérdida de variedades". De este modo, mientras que la erosión genética no implica necesariamente la extinción de una especie ni de una subpoblación, sí representa una pérdida de variabilidad y, por lo tanto, una pérdida de flexibilidad.²⁶ Estas definiciones tienen en cuenta ambos aspectos de la diversidad: riqueza y uniformidad. La primera tiene relación con la cantidad total de alelos presentes y la segunda con la frecuencia relativa de los diferentes alelos. Si bien se han suscitado numerosos debates sobre estos conceptos desde la publicación del Primer Informe, las definiciones no han cambiado.

1.3.1 Tendencias en la vulnerabilidad y erosión genéticas

Si bien pocos informes de países ofrecen ejemplos concretos, cerca de 60 informan que la vulnerabilidad genética es significativa y muchos mencionan la necesidad de que se implemente una diversidad genética a mayor escala, con el propósito de contrarrestar la potencial amenaza a la que se expone la producción agrícola. En Benin, por ejemplo, la preocupación radicaba principalmente en que el sistema agrícola actual está dominado por los monocultivos, en particular de ñame y los cultivos comerciales. China informó casos donde las variedades de arroz y maíz se han hecho más uniformes y, por consiguiente, más vulnerables desde el punto de vista genético. Ecuador informa que las plantas endémicas son particularmente vulnerables debido a su distribución restringida. En las Islas Galápagos, al menos 144 especies de plantas vasculares autóctonas se consideran poco comunes; 69 de ellas son endémicas en el archipiélago, incluidas 38 especies que están restringidas a una sola isla. En Líbano, la caída de la producción nacional de almendras se ha atribuido a la vulnerabilidad genética de las pocas variedades cultivadas. El ejemplo más revelador a nivel mundial del impacto de la vulnerabilidad genética que se ha observado desde la publicación del Primer Informe es el brote y la propagación incesante de la cepa Ug99 de la roya del tallo, una enfermedad a la que está expuesta la gran mayoría de las variedades de trigo existentes. Por otra parte, algunos países informaron medidas satisfactorias que se han implementado para contrarrestar la vulnerabilidad genética. Cuba, por ejemplo, informó que la introducción de una

CUADRO 1.3
Grupos de cultivos y cantidad de países que proporcionan ejemplos de erosión genética en un grupo de cultivos

Grupo de cultivos	Cantidad de países que informaron erosión genética
Cereales y gramíneas	30
Especies forestales	7
Frutas y frutos secos	17
Leguminosas limenticias	17
Plantas medicinales y aromáticas	7
Raíces y tubérculos	10
Estimulantes y especias	5
Hortalizas	18
Varias	6

amplia gama de variedades y el uso incrementado de sistemas de producción diversificada han reducido la vulnerabilidad genética. Tailandia promueve el uso de mayor diversidad en los programas de fitomejoramiento y en las variedades distribuidas.

En el caso de la erosión genética, si bien los informes de países mencionan una notable cantidad de causas, en general, se trata de las mismas que se identificaron en 1996. Las principales causas incluían: reemplazo de variedades locales, aclareo de tierras, sobreexplotación, presiones demográficas, degradación ambiental, cambios en los sistemas agrícolas, pastoreo excesivo, legislación y políticas inapropiadas, plagas, enfermedades y malas hierbas. Un análisis de los informes, en apariencia, indicaría que la erosión genética podría ser mayor en el caso de los cereales, seguidos de las hortalizas, las frutas, los frutos secos y las leguminosas (ver Cuadro 1.3). No obstante, esto podría ser debido a la mayor atención que generalmente se presta a los cultivos extensivos.

Los siguientes ejemplos de erosión genética citados en cinco de los informes de países ofrecen un panorama de la diversidad de situaciones y pueden ser útiles para ilustrar la situación general. No obstante, cabe señalar que la lista no pretende ser exhaustiva y, dado que la información disponible en los informes no estaba estandarizada

zada, no es posible realizar comparaciones entre países o cultivos, ni usar la información como referencia para un seguimiento futuro. Madagascar informó que la variedad de arroz Rojomena, valorada por su sabor, ahora se considera poco común, mientras que las variedades Botojingo y Java de la zona costera del nordeste han desaparecido. La variedad de yuca Pelamainty de Taolagnaro y ciertas variedades de frijoles han desaparecido de la mayoría de las zonas de producción; además, en el caso del café, 100 clones de un total de 256 y cinco especies (*Coffea campaniensis*, *C. arnoldiana*, *C. rostandii*, *C. tricalysioides* y *C. humbertii*) han desaparecido de las colecciones en los últimos 20 años. También se considera que es probable que las especies de ñame silvestre desaparezcan pronto. Costa Rica informa que el género *Phaseolus*, incluido *P. vulgaris*, se ve amenazado por una grave erosión genética; lo mismo sucede con el cultivo autóctono *Sechium tacaco* y con cuatro especies relacionadas: *S. pittieri*, *S. talamancense*, *S. venosum* y *S. vellosum*. En la India, una gran cantidad de variedades de arroz de Orissa, algunas variedades de arroz con propiedades medicinales de Kerala y ciertas especies de mijo de Tamil Nadu ya no se cultivan en sus hábitats naturales.²⁷ Yemen informa que las variedades de mijo africano (*Eleusine coracana*) y *Eragrostis tef*, además de la colza oleaginosa (*Brassica napus*), que en el pasado estaban entre las variedades de cultivos tradicionales más importantes del país, ya no se cultivan o solo crecen en zonas muy específicas, y que el cultivo de trigo, incluido *Triticum dicoccum*, ha disminuido drásticamente. En Albania, todos los cultivares de trigo y numerosos cultivares de maíz parecen haberse perdido.

Pese a lo que dicen los informes sobre la pérdida de variedades locales, razas nativas y ESAC, la situación en torno a la verdadera magnitud de la erosión genética es claramente muy compleja. Si bien algunos estudios recientes han confirmado que la diversidad en los campos agrícolas y en las zonas protegidas ha en efecto disminuido, no es posible generalizar y, en algunos casos, no existe evidencia alguna de que esta afirmación sea real. Por ejemplo, un importante proyecto de conservación en finca que analizaba la diversidad genética de los campos agrícolas en nueve países en desarrollo demostró, en líneas generales, que la diversidad genética de los cultivos se seguía manteniendo.²⁸ Otros estudios, por el contrario, han informado sobre derivas genéticas en las variedades

agrícolas, por ejemplo, en el mijo perla del Níger²⁹ y en el sorgo de Camerún,³⁰ y en estudios sobre la adopción por parte de los agricultores de variedades de arroz mejoradas en India³¹ y Nepal,³² se demostró que la adopción puede ocasionar una desaparición considerable de las variedades agrícolas. Por otra parte, también se ha señalado que muchos de los agricultores que siembran variedades modernas (en especial los grandes y medianos propietarios de tierras) suelen mantener sus variedades nativas. En tales circunstancias, la adopción de variedades modernas puede aumentar la diversidad en los campos agrícolas, en lugar de reducirla.³³ En resumen, parecería que las afirmaciones generales que tienen por objeto cuantificar la cantidad total de erosión genética que se ha producido en la última década no están garantizadas.

Al igual con lo que sucede con las variedades agrícolas tradicionales y las ESAC, los estudios realizados sobre tendencias de la diversidad dentro de las variedades distribuidas tampoco ofrecen un panorama uniforme a lo largo del tiempo. Algunos no registran reducciones, ni tampoco un aumento, en la diversidad genética ni en la riqueza alélica de las variedades distribuidas; por ejemplo, en las variedades de trigo blando de primavera del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT),³⁴ en las variedades de maíz y guisantes de Francia,³⁵ en las variedades de frutas del Yemen³⁶ y en la cebada de Austria e India.³⁷ En casos como estos, es posible que las variedades nuevas sean menos vulnerables que lo que originalmente se pensó. Otros estudios informan sobre una disminución inicial seguida de un aumento en la diversidad genética, p. ej. las variedades de arroz *indica* y *japonica* en China,³⁸ o bien una disminución constante, tal como sucede con el trigo en China,³⁹ la avena en Canadá⁴⁰ y el maíz en Europa Central.⁴¹ Un meta-análisis basado en este y otros informes publicados sobre tendencias de la diversidad ha demostrado que, en general, parecería no observarse una reducción significativa en la diversidad genética como resultado del mejoramiento de cultivos en el siglo XX ni una disminución gradual en la base genética de las variedades distribuidas.⁴² Sin embargo, es necesario considerar cuidadosamente el contexto del meta-análisis para comprender si los resultados podrían ser extrapolados, en particular teniendo en cuenta las condiciones de los países en desarrollo y una amplia variedad de cultivos diferentes.

CAPÍTULO 1

Si bien se observa cierta escasez de pruebas convincentes que demuestren la erosión genética en las variedades agrícolas por un lado, y en las variedades distribuidas por el otro, existe un consenso mucho mayor de que la erosión genética se produce como resultado del cambio total de los sistemas de producción tradicionales – que dependen de las variedades agrícolas – a los sistemas de producción modernos – que dependen de las variedades distribuidas.

1.3.2 Indicadores de erosión y vulnerabilidad genéticas

Durante la última década, el interés en los indicadores directos e indirectos de erosión y vulnerabilidad genéticas ha aumentado, al menos en parte, debido a la falta de pruebas concretas para cada proceso. La CRGAA ha solicitado la formulación de “indicadores de nivel superior” para la erosión y la vulnerabilidad genéticas en relación al seguimiento de la implementación del PAM.

El Programa sobre Indicadores de Biodiversidad 2010, auspiciado por el CDB, reúne a una gran cantidad de organizaciones internacionales con el objetivo de desarrollar indicadores que sean relevantes para el CDB, incluidos aquellos que permitan realizar un seguimiento de las tendencias en materia de diversidad genética. Sin embargo, hasta el momento, no hay indicadores prácticos, informativos y aceptados de manera generalizada sobre la erosión genética. Por lo tanto, su desarrollo debe considerarse prioritario. Para que estos indicadores sean efectivos, deben tener varias cualidades.

- Deben ser sensibles a los cambios en la frecuencia de los alelos importantes y ser capaces de asignarles mayor preponderancia que a los alelos menos importantes: la pérdida de un alelo en un *locus* de microsatélites altamente polimórficos, por ejemplo, es posible que sea un dato de menor importancia si se lo compara con la pérdida de un alelo de resistencia a las enfermedades.
- Deben proporcionar una medida de la magnitud de las pérdidas potenciales, p. ej. estimando la fracción de información genética que se encuentra en riesgo frente a la diversidad total.
- Deben permitir evaluar la probabilidad de pérdidas en un período específico y sin intervención humana.

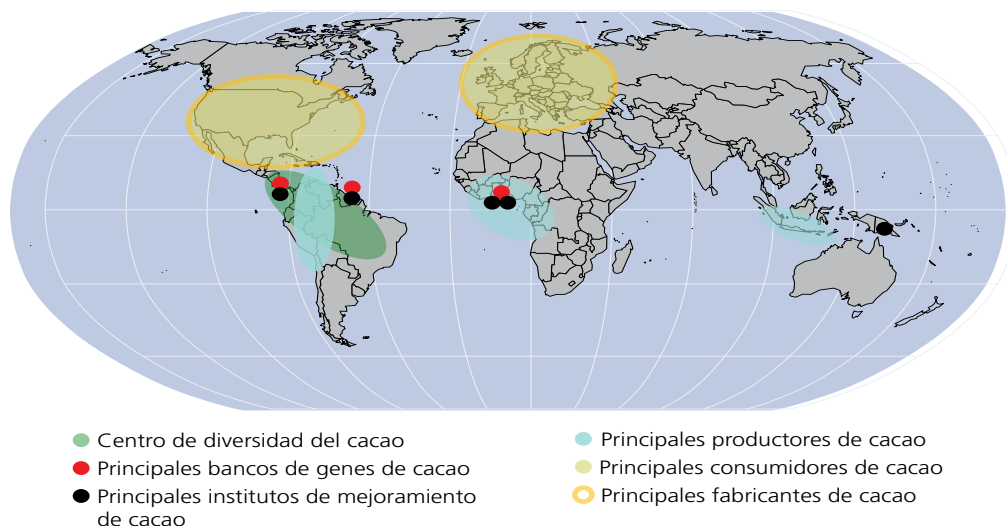
Los indicadores utilizados para estimar la vulnerabilidad genética deben considerar no solo el alcance de la uniformidad genética *per se*, sino que además deben tener en cuenta las posibles interacciones genotipo x ambiente. Un determinado genotipo (población o variedad) puede sucumbir ante una condición adversa en particular, tanto biótica como abiótica, de manera diferente según el ambiente. Algunos de los indicadores útiles de vulnerabilidad genética son los siguientes.

- El grado de diversidad genética que confiere resistencia o tolerancia ante las principales plagas y enfermedades actuales o potenciales, o bien ante el estrés abiótico.
- El grado de diversidad en las interacciones huésped-patógeno y la presencia de respuestas diferenciales a los distintos biotipos de plagas y enfermedades. Este indicador proporcionaría información sobre la variedad de mecanismos de supervivencia disponibles y, por consiguiente, sobre la probabilidad de un cambio en la población de patógenos que podría dar lugar a una virulencia generalizada.
- La presencia de serias limitaciones genéticas durante la domesticación, la migración o el mejoramiento: los indicadores de las limitaciones genéticas podrían proceder de los datos moleculares, la información histórica o los análisis genealógicos.
- El grado de dominio que variedades únicas tienen sobre zonas de gran tamaño podría ser un primer indicador útil para estimar la vulnerabilidad genética, suponiendo que esta es mayor cuando zonas de gran tamaño se cultivan con una sola variedad.
- Las distancias genéticas entre las líneas parentales de una variedad podrían ser un indicador aproximado, en determinadas circunstancias, del grado de heterogeneidad y, por consiguiente, de la vulnerabilidad genética de la variedad en cuestión.

1.4 Interdependencia

La interdependencia con respecto a los RFAA puede asumir numerosas formas e involucrar a una amplia variedad de partes interesadas en el espacio y/o tiempo. La mayoría de los cultivos, las ESAC y otras especies de plantas silvestres útiles no se circunscriben a las fronteras nacionales. Su distribución refleja la

FIGURA 1.3
Interdependencia ilustrada mediante el ejemplo de los recursos genéticos del cacao



geografía de ecosistemas y la dispersión mundial llevada a cabo por los seres humanos o la naturaleza. En consecuencia, los individuos interesados en usar los RFAA a menudo deben acceder al material y a los conocimientos que esto conlleva, más allá de las fronteras del país en donde se encuentren trabajando. Si bien todos los países son a la vez proveedores y beneficiarios de los RFAA, no todos los países están dotados de ellos de igual manera ni tienen la misma capacidad de uso. Esto ha generado una interdependencia mutua pero desigual, y puede interpretarse como una potencial amenaza a la soberanía nacional o como una oportunidad de colaboración constructiva⁴³ (ver Figura 1.3 y Cuadro 1.4).

El concepto de interdependencia se aplica no solo a nivel internacional, sino a las respectivas funciones de los agricultores, fitomejoradores y administradores de recursos genéticos. Los agricultores son los administradores de los recursos genéticos que cultivan; los encargados de los bancos de genes tienen por tarea proteger las colecciones de esta diversidad; y los fitomejoradores, en gran medida, dependen de ambos para conseguir la materia prima que necesitan para producir nuevas

variedades, que a su vez serán utilizadas por los agricultores. Todos son interdependientes.

A nivel local, también se observa una considerable interdependencia entre agricultores que con frecuencia comercializan o intercambian semillas y otros materiales de siembra. Los sistemas locales de intercambio de germoplasma, a menudo, están profundamente arraigados en las sociedades rurales y pueden constituir un elemento importante en las relaciones que se enCuadron entre familias y comunidades locales. Por lo general, estos sistemas son "robustos" y están bien preparados para hacer frente a situaciones adversas,⁴⁴ ya que el alto nivel de interdependencia contribuye a su capacidad de recuperación.

A nivel regional y mundial, una consecuencia importante de la interdependencia entre naciones es la necesidad del intercambio internacional de germoplasma. Ciertos estudios han sugerido que, en muchos casos, este intercambio se ha tornado más complejo y difícil en los últimos años. Se corre el riesgo de que la reducción en los flujos internacionales de los RFAA suponga una amenaza no solo para su uso, sino también para su conservación y, en última instancia, para la seguridad alimentaria. Estos

CAPÍTULO 1

CUADRO 1.4
Indicadores de interdependencia mundial de determinados cultivos

Cultivo	Regiones de diversidad genética significativa ¹	Principales colecciones ex situ ²	Principales países productores ³	Principales actividades de mejoramiento e investigación	Países que registran el mayor consumo ⁴	Productos/ países importadores ⁵
Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	América Central, Cuenca Amazónica	Brasil, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Venezuela (República Bolivariana de)	Brasil, Côte d'Ivoire, Ghana, Indonesia, Nigeria	Brasil, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Ghana, Papua Nueva Guinea, Trinidad y Tobago	Alemania, Estados Unidos de América, Francia, Federación de Rusia	Granos de cacao Alemania, Bélgica, Estados Unidos de América, Malasia, Países Bajos
Berenjena (<i>Solanum melongena</i>)	Región Indo-Myanmar	AVRDC, India	China, India, Indonesia, Egipto, Turquía	AVRDC, India	China, India, Indonesia, Malasia, Nepal, países africanos, Pakistán, Sri Lanka	Alemania, Estados Unidos de América, Francia, Iraq, Reino Unido
Cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i>)	América del Sur	CGIAR, USDA, Brasil, China, India, Senegal	China, Estados Unidos de América, India, Indonesia, Nigeria	Australia, Brasil, China, Estados Unidos de América, India	Confitería: China, Estados Unidos de América, India, Indonesia, Nigeria	Cacahuete pelado Canadá, Federación de Rusia, México, Países Bajos, Reino Unido
Maíz (<i>Zea mays</i>)	América Central y México, América del Norte, América del Sur, Asia	CGIAR, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, India, México	Argentina, Brasil, China, Estados Unidos de América, México	CGIAR, África, Brasil, China, Estados Unidos de América, Europa, India	China, India, Indonesia, México, Sudáfrica	China, España, Japón, México, República de Corea
Negrillo (<i>Guizotia abyssinica</i>)	Cuern de África	Etiopía, India	Etiopía, India, Nepal	Etiopía, India	Estados Unidos de América, Etiopía, India, Nepal, Reino Unido	Estados Unidos de América, Reino Unido
Palma de aceite (esp. <i>Elaeis</i>)	África occidental, Cuenca Amazónica	Brasil, Ghana, Malasia	Colombia, Indonesia, Malasia, Nigeria, Tailandia	Malasia, MPOB	China, India, Indonesia, Nigeria, Pakistán	Alemania, China, India, Países Bajos, Pakistán

CUADRO 1.4 (continuación)
Indicadores de interdependencia mundial de determinados cultivos

Cultivo	Regiones de diversidad genética significativa ¹	Principales colecciones <i>ex situ</i> ²	Principales países productores ³	Principales actividades de mejoramiento e investigación	Países que registran el mayor consumo ⁴	Productos/países importadores
Patata (<i>Solanum tuberosum</i>)	América del Sur	CGIAI, Colombia, Japón, Países Bajos, República Checa	China, India, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Ucrania	CGIAI, Alemania, Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Ecuador, Estados Unidos de América, Francia, India, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, República de Corea, Sudáfrica	China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, India, Reino Unido	Alemania, Bélgica, España, Italia, Países Bajos
Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Cordillera andina	CGIAI, Estados Unidos de América	Bolivia (Estado Plurinacional de), Ecuador, Perú	Bolivia (Estado Plurinacional de), Perú	Bolivia (Estado Plurinacional de), Canadá, Estados Unidos de América, Europa, Perú	No corresponde
Arroz (<i>Oryza</i> spp.)	África, Asia meridional, oriental y sudoriental	CGIAI, Benin, China, Estados Unidos de América, Filipinas, India, Tailandia	Bangladesh, China, India, Indonesia, Viet Nam	CGIAI, China, Estados Unidos de América, Filipinas, India	Bangladesh, China, India, Indonesia, Viet Nam	Arroz elaborado, Arabia Saudita, Filipinas, Irán (República Islámica de), Iraq, Nigeria
Cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i>)	Egipto, Etiopía, Europa meridional, India, Lejano Oriente, Oriente Medio, Pakistán, Sudán	China, Estados Unidos de América, Etiopía, India, México	Australia, China, Estados Unidos de América, India, Kazajstán	Australia, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, India, México	Aceite Alemania, Estados Unidos de América, Japón, Países Bajos, Yemen	Semilla de cártamo Bélgica, China, Filipinas, Países Bajos, Reino Unido
Sésamo (<i>Sesamum indicum</i>)	Asia Central, Cercano Oriente, China, Cuerno de África, India	China, India, Israel, México, Venezuela (República Bolivariana de)	China, India, Myanmar, Sudán, Uganda	Estados Unidos de América, India, Turquía	Aceite China, India, Myanmar, República de Corea, Sudán	Semilla de sésamo China, Japón, República Árabe Siria, República de Corea, Turquía

CAPÍTULO 1

CUADRO 1.4 (continuación)
Indicadores de interdependencia mundial de determinados cultivos

Cultivo	Regiones de diversidad genética significativa ¹	Principales colecciones ex situ ²	Principales países productores ³	Principales actividades de mejoramiento e investigación	Países que registran el mayor consumo ⁴	Productos/ países importadores
Soja (<i>Glycine max</i>)	Asia oriental	AVRDC (regional), China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Ucrania	Argentina, Brasil, China, Estados Unidos de América, India		Semillas Brasil, China, Indonesia, Japón, República de Corea	Alemania, China, Japón, México, Países Bajos
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	América del Norte	Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Francia, Rumania, Serbia	Argentina, China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Francia, Hungría, India, Turquía, Ucrania	Estados Unidos de América, Federación de Rusia	Aceite China, España, Federación de Rusia, India, Ucrania	Semilla de girasol España, Francia, Italia, Países Bajos, Turquía
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	África Oriental, Asia Central, Asia Meridional, Asia Occidental, Asia Oriental, Europa, Mediterráneo Meridional y Oriental	CGIAR, Australia, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Italia	China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Francia, India	CGIAR, Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América, Francia, India, Reino Unido	China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, India, Pakistán	Brasil, Egipto, India, Italia, Japón

¹ Fuente: Primer Informe.

² Fuente: Primer Informe e informes de países del Segundo Informe.

³ Fuente: FAOSTAT, 2007.

⁴ Fuente: FAOSTAT, 2003, en el caso de los datos de importación de cártamo para 2006; evidencia anecdótica de la quinua y la berenjena.

⁵ Fuente: FAOSTAT, 2006.

son algunos de los factores clave que llevaron a la adopción del TIRFAA.

Con el impacto cada vez mayor del cambio climático, indudablemente se registrará un aumento en la demanda de variedades que se adapten a las nuevas condiciones ambientales y al espectro de plagas y enfermedades. La capacidad de acceder a una gran diversidad genética es fundamental para satisfacer esta demanda, lo cual implica que en el futuro habrá una interdependencia incluso mayor que la actual entre países y regiones.

Existe un consenso generalizado de que la incertidumbre acerca de las cuestiones legales constituye un factor importante que dificulta el intercambio de germoplasma a nivel internacional e, incluso, nacional. Si bien el CDB ha estado vigente por muchos años, la ausencia de procedimientos claros y eficaces para acceder a los RFAA todavía obstaculiza la colección y/o el movimiento interfronterizo de recursos genéticos en muchos países (ver Capítulo 7). Asimismo, algunos gobiernos nacionales aún deben adherir al TIRFAA, a pesar de que para garantizar un flujo de RFAA más sencillo es fundamental que la mayor cantidad posible de países ratifiquen el TIRFAA y establezcan los procedimientos necesarios para asegurar su efectiva implementación.

Al igual que los recursos fitogenéticos del mundo, la capacidad de utilizarlos se encuentra distribuida de manera desigual. Muchos países carecen de instituciones, instalaciones o fitomejoradores adecuados para desempeñar eficazmente las tareas modernas, o incluso convencionales, de mejoramiento de los cultivos, en especial de los cultivos secundarios. Por consiguiente, varios países aún presentan una fuerte dependencia de la ayuda exterior para el fitomejoramiento, ya sea en forma directa para conseguir variedades mejoradas, o bien en forma indirecta mediante la colaboración en materia de capacitación e investigación. Recientemente, se han logrado varios avances positivos en esta área, incluida la Iniciativa de colaboración mundial para el fortalecimiento de la capacidad de fitomejoramiento (GIPB)⁴⁵ y la creación de centros regionales de excelencia para el desarrollo de la biotecnología, como Biociencias para África del Este y Central (BECA).⁴⁶ Estos centros permiten que los científicos de países en desarrollo

apliquen sus conocimientos y habilidades a desafíos de fitomejoramiento de cultivos nacionales específicos. Estas y otras iniciativas similares son un aspecto importante de la interdependencia y constituyen una parte integral de los sistemas de distribución de beneficios. En el Capítulo 4 se proporcionan más detalles sobre el estado del mejoramiento de los cultivos y otros usos de los RFAA.

1.5 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el Estado mundial

Los cambios principales que se han registrado en relación con el estado de la diversidad desde la publicación del Primer Informe incluyen los siguientes.

- Las colecciones *ex situ* han aumentado considerablemente, gracias a nuevas recolecciones y al intercambio entre bancos de genes. Esto último ha contribuido al problema incesante de la duplicación no planificada.
- La comprensión científica de la gestión de la diversidad genética a nivel de finca han aumentado, y este enfoque de conservación y el uso de los RFAA se ha integrado cada vez más a los programas nacionales.
- El interés y la sensibilización sobre la importancia de conservar las ESAC, tanto *ex situ* como *in situ*, y su utilización en el mejoramiento de los cultivos han aumentado considerablemente.
- Se percibe un interés cada vez mayor en las especies hasta ahora "marginadas" o infrautilizadas, como las hortalizas y las frutas tradicionales.
- Gracias a las modernas técnicas de genética molecular, ha sido posible generar un gran volumen de datos sobre la magnitud y la naturaleza de la erosión y la vulnerabilidad genéticas en cultivos específicos de determinadas zonas. El panorama que se perfila es complejo y no es posible sacar conclusiones claras sobre la magnitud y el alcance de estos efectos.
- La magnitud de la interdependencia entre países con respecto a sus necesidades de tener acceso a materiales en poder de otros es, posiblemente, más importante que nunca. Esto es cierto en especial si

CAPÍTULO 1

se considera la necesidad de desarrollar variedades que se adapten a las nuevas condiciones ambientales y al espectro de plagas y enfermedades que podrían resultar del cambio climático. El TIRFAA ha proporcionado una base sólida para mejorar y facilitar dicho acceso.

1.6 Deficiencias y necesidades

Sobre la base de la información provista en este capítulo, los siguientes puntos describen algunas de las deficiencias y necesidades más importantes que se han identificado en términos de diversidad genética.

- Aún sigue siendo necesario mejorar la cobertura de la diversidad en las colecciones *ex situ*, incluidas las ESAC y las variedades agrícolas, además de optimizar la caracterización, evaluación y documentación de las colecciones.
 - Una mejor comprensión y apoyo del manejo de la diversidad efectuado por los agricultores, a pesar de los avances significativos registrados en este ámbito, son todavía necesarios. Existen oportunidades de mejorar los medios de subsistencia de las comunidades rurales a través de un mejor manejo de la diversidad.
 - Aún sigue siendo necesaria una mayor racionalización del sistema mundial de colecciones *ex situ*, tal como lo exigen el PAM y el TIRFAA, y que además se ve reflejada en iniciativas tales como aquellas impulsadas por el GCDT y el AEGIS.
 - Se debe prestar más atención a la conservación y la utilización de los RFAA de cultivos descuidados e infrautilizados y cultivos no alimentarios. Muchas de estas especies pueden realizar un valioso aporte para mejorar los regímenes alimenticios y los ingresos.
 - Es necesario promover definiciones y métodos estándares para evaluar la erosión y la vulnerabilidad genéticas, además de llegar a un consenso sobre más y mejores indicadores, a fin de poder establecer referencias nacionales, regionales y mundiales para controlar la diversidad y sus cambios, y para establecer sistemas eficaces de alerta rápida.
 - Muchos países aún carecen de estrategias y/o planes de acción nacionales para la gestión de la diversidad, o bien, si los tienen, no los implementan por completo. Las áreas que requieren especial atención incluyen el establecimiento de prioridades, la mejora de la cooperación nacional e internacional, un mayor desarrollo de sistemas de información y la identificación de deficiencias en la conservación de los RFAA, incluidas las ESAC.
- Si bien se observa una sensibilización cada vez mayor sobre la importancia de las ESAC, en algunos países todavía es necesario contar con políticas, legislación y procedimientos adecuados para recolectar ESAC, establecer zonas protegidas para las ESAC y lograr una mejor coordinación de estas iniciativas a nivel nacional.

Bibliografía

- ¹ **Reilly, J. M. y Schimmelpennig, D.** 1999. Agricultural impact assessment, vulnerability and the scope for adaptation. *Climatic change*, 44: 745-788.
- ² **Lobell, D. L., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. y Naylor, R.L.** 2008. Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science*, 319: 607-610.
- ³ **Jarvis, D.I., Brown, A.H.D., Cuong, P.H., Collado-Panduro, L., Latournerie-Moreno, L., Gyawali, S., Tanto, T., Sawadogo, M., Mar, I., Sadiki, M., Hue, N.T.N., Arias-Reyes, L., Balma, D., Bajracharya, J., Castillo, F., Rijal, D., Belqadi, L., Rana, R., Saidi, S., Ouedraogo, J., Zangre, R., Rhrib, K., Chavez, J.L., Schoen, D., Sthapit, B., De Santis, P., Fadda C. y Hodgkin, T.** 2007. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105: 5326-5331.
- ⁴ **Rosegrant, M. W. y Cline, S. A.** 2003. Global food security: challenges and policies. *Science*, 302: 1917-1919.
- ⁵ **Lang, T.** 2003. Food industrialization and food power: Implications for food governance. *Development*

- Policy Rev.* 21: 555–568. Los diez fabricantes de alimentos más importantes del mundo se encuentran entre las 400 empresas líderes en términos de valor de mercado, con un volumen de negocio conjunto que asciende a más de 200 000 millones de UDS. La cuota de mercado de los 20 fabricantes de alimentos más importantes de los Estados Unidos de América se ha duplicado desde 1967, y la participación en el mercado de las tres tiendas minoristas más importantes de los países de la Unión Europea oscila entre un 40 por ciento (Alemania y el Reino Unido) y más del 80 por ciento (Finlandia e Irlanda).
- ⁶ **Pingali, P.** 2007. Westernization of Asian diets and the transformation of food systems: Implications for research and policy. *Food policy*, 32: 281–298. Para el año 2002, la participación de los supermercados en el mercado minorista de los alimentos procesados/ envasados era del 33 por ciento en el Sudeste Asiático, y del 63 por ciento en Asia Oriental. La participación de los supermercados en el mercado de los alimentos frescos era de aproximadamente entre el 15 y el 20 por ciento en el Sudeste Asiático, y del 30 por ciento en Asia Oriental fuera de China. La participación de los supermercados en el año 2001 de los mercados urbanos chinos de alimentos era del 48 por ciento, frente al 30 por ciento que se registraba en 1999.
- ⁷ En el contexto de este capítulo, los cultivos básicos incluyen los cereales grandes (trigo, maíz, arroz, sorgo y cebada), frijoles, caupí, cacahuets, papas, bananas y yuca.
- ⁸ Sección 3.3.4 del Primer Informe. Cobertura de las colecciones y deficiencias existentes.
- ⁹ **Hammer, K.** 2003. A paradigm shift in the discipline of plant genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50(1): 3–10.
- ¹⁰ Disponible en <http://www.croptrust.org/main/strategy.php>.
- ¹¹ **van Treuren, R., Engels, J.M.M., Hoekstra, R. y Van Hintum, Th.J.L.** 2009. Optimization of the composition of crop collections for ex situ conservation. *Plant Genetic Resources*, 7: 185–193.
- ¹² **Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR).** 2008. *A Strategic Framework for the Implementation of a European Genebank Integrated System (AEGIS)*. Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR). *Biodiversity International*, Roma. (Documento de debate).
- ¹³ **Meilleur, B. A. y Hodgkin, T.** 2004. *In situ* conservation of crop wild relatives: status and trends. *Biodiversity and Conservation*, 13: 663–684.
- ¹⁴ **Maxted, N. y Kell, S. P.** 2009. *Establishment of a global network for the in situ conservation of crop wild relatives: status and needs*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, Roma. 266 pág.
- ¹⁵ **Jarvis, A., Lane, A. y Hijmans, R. J.** 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 126: 13–23.
- ¹⁶ Disponible en <http://gisweb.ciat.cgiar.org/GapAnalysis/>.
- ¹⁷ **Goff, S.A., Ricke D., Lan, T.H., Presting, G., Wang, R., Dunn, M., Glazebrook, J., Sessions, A., Oeller, P., Varma, H., Hadley, D., Hutchison, D., Martin, C., Katagiri, F., Lange, B.M., Moughamer, T., Xia, Y., Budworth, P., Zhong, J., Miguel, T., Paszkowski, U., Zhang, S., Colbert, M., Sun, W. L., Chen, L., Cooper, B., Park, S., Wood, T. C., Mao, L., Quail, P., Wing, R., Dean, R., Yu, Y., Zharkikh, A., Shen, R., Sahasrabudhe, S., Thomas, A., Cannings, R., Gutin, A., Pruss, D., Reid, J., Tavtigian, S., Mitchell, J., Eldredge, G., Scholl, T., Miller, R.M., Bhatnagar, S., Adey, N., Rubano, T., Tusneem, N., Robinson, R., Feldhaus, J., Macalma, T., Oliphant, A. y Briggs, S.** 2002. A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp. *japonica*). *Science*, 296: 92–100; **y Yu, J., Hu, S., Wang, J., Wong, G.K., Li, S., Liu, B., Deng, Y., Dai, L., Zhou, Y., Zhang, X., Cao, M., Liu, J., Sun, J., Tang, J., Chen, Y., Huang, X., Lin, W., Ye, C., Tong, W., Cong, L., Geng, J., Han, Y., Li, L., Li, W., Hu, G., Huang, X., Li, W., Li, J., Liu, Z., Li, L., Liu, J., Qi, Q., Liu, J., Li, L., Li, T., Wang, X., Lu, H., Wu, T., Zhu, M., Ni, P., Han, H., Dong, W., Ren, X.,**

CAPÍTULO 1

- Feng, X., Cui, P., Li, X., Wang, H., Xu, X., Zhai W., Xu, Z., Zhang J., He, S., Zhang, J., Xu, J., Zhang, K., Zheng, X., Dong, J., Zeng, W., Tao, L., Ye, J., Tan, J., Ren, X., Chen, X., He, J., Liu, D., Tian, W., Tian, C., Xia, H., Bao, Q., Li, G., Gao, H., Cao, T., Wang, J., Zhao, W., Li, P., Chen, W., Wang, X., Zhang, Y., Hu, J., Wang, J., Liu, S., Yang, J., Zhang, G., Xiong, Y., Li, Z., Mao, L., Zhou, C., Zhu, Z., Chen, R., Hao, B., Zheng, W., Chen, S., Guo, W., Li, G., Liu, S., Tao, M., Wang, J., Zhu, L., Yuan, L. y Yang, H. 2002. A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp. *indica*). *Science*, 296: 79-92.
- ¹⁸ *The role of biotechnology for the characterization and conservation of crop, forest, animal and fishery genetic resources in developing countries*. Disponible en <http://www.fao.org/biotech/C13doc.htm>.
- ¹⁹ **Diamond, J.** 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418: 700-707.
- ²⁰ **Moraes, A. P., Lemos, R.R., Brasileiro-Vidal, A.C., Soares Filho, W.S. y Guerra, M.** 2007. Chromosomal markers distinguish hybrids and non-hybrid accessions of mandarin. *Cytogenet Genome Res.*, 119: 275-281; y **Spooner, D., van Treuren, R. y de Vicente, M. C.** 2005. *Molecular markers for genebank management*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Boletín Técnico 10, Roma. 126 pág.
- ²¹ **De Vicente, M. C.** 2004. The evolving role of genebanks in the fast-developing field of molecular genetics. *Issues in Genetic Resources*, N.º 11. IPGRI, Roma.
- ²² **Tivang, J. G., Nienhuis, J. y Smith, O. S.** 2004. Estimation of sampling variance of molecular marker data using the bootstrap procedure. *Theor. Appl. Genet.*, 89(2-3): 259-264.
- ²³ Op. cit. Nota al pie 11.
- ²⁴ **de Vicente, M.C., Guzmán, F.A., Engels, J.M.M. y Ramanatha Rao, V.** 2005. *Genetic characterization and its use in decision-making for the conservation of crop germplasm*. Trabajo presentado en la Reunión sobre la función de la biotecnología, 5-7 de marzo de 2005, Villa Gualino, Turín, Italia.
- ²⁵ **Bhullar, N. K., Street, K., Mackay, M., Yahiaoui, N. y Keller, B.** 2009. Unlocking wheat genetic resources for the molecular identification of previously undescribed functional alleles at the Pm3 resistance locus. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 106: 9519-9524.
- ²⁶ La erosión genética también puede producirse a otro nivel, es decir, al nivel de las colecciones de germoplasma en los bancos de genes. Esto se debe al manejo inapropiado, en especial si se siguen procedimientos de regeneración inadecuados. Aquí, el tema central son los campos y los mercados agrícolas (es decir, la pérdida de genes/alelos y variedades nativas), mientras que las colecciones ex situ se tratan en otra parte de este capítulo.
- ²⁷ **Chaudhuri, S. K.** 2005. Genetic erosion of agrobiodiversity in India and intellectual property rights: interplay and some key Issues. *Patentmatics*, 5(6): 1-10.
- ²⁸ Op. cit. Nota al pie 3.
- ²⁹ **Bezançon, G., Pham, J.L., Deu, M., Vigouroux, Y., Sagnard, F., Mariac, C., Kapran, I., Mamadou, A., Gerard, B., Ndjeunga, J. y Chatereau, J..** 2009. Changes in the diversity and geographic distribution of cultivated millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Niger between 1976 and 2003. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(2): 223-236.
- ³⁰ **Alvarez, N., Garine, E., Khasah, C., Dounias, E., Hossaert-McKey, M. y McKey, D.** 2005. Farmers' practices, metapopulation dynamics, and conservation of agricultural biodiversity on-farm: a case study of sorghum among the Duupa in sub-Saharan Cameroon. *Biological Conservation*, 121: 533-543.

- ³¹ **Virk, D. S. y Witcombe, J. R.** 2006. Trade-offs between on-farm varietal diversity and highly client-oriented breeding – a case study of upland rice in India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54(4): 823-825.
- ³² **Joshi, K. D. y Witcombe, J. R.** 2003. The impact of participatory plant breeding (PPB) on landrace diversity: A case study for high-altitude rice in Nepal. *Euphytica*, 134(1): 117-125(9).
- ³³ **Cavatassi, R., Lipper, L. y Hopkins, J.** 2006. *The role of crop genetic diversity in coping with agricultural production shocks: insights from Eastern Ethiopia*. División de Economía del Desarrollo Agrícola, documento de trabajo N.º 06-17, FAO, Roma.
- ³⁴ **Smale, M., Reynolds, M.P., Warburton, M., Skovmand, B., Trethowan, R., Singh, R.P., Ortiz-Monasterio, I., Crossa, J., Khairallah, M. y Almanza, M.** 2001. *Dimensions of diversity: In CIMMYT bread. Wheats from 1965 to 2000*.
- ³⁵ **Le Clerc, V., Cadot, V., Canadas, M., Lallemand, J., Guerin, D. y Boullineau, F.** 2006. Indicators to assess temporal genetic diversity in the French Catalogue: no losses for maize and peas. *Theor. Appl. Genet.*, 113(7): 1197-1209.
- ³⁶ Informe de país: Yemen.
- ³⁷ Op. cit. Nota al pie 3.
- ³⁸ **Yongwen, Q. I., Zhang, D., Zhang, H., Wang, M., Sun, J., Wei, X., Qiu, Z., Tang, S., Cao, Y., Wang, X. y Li, Z.** 2006. Genetic diversity of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in China and the temporal trends in recent fifty years. *Chinese Science Bulletin*, 51(6): 681-688.
- ³⁹ **Hao, C., Wang, L., Zhang, X., You, G., Dong, Y., Jia, J., Liu, X., Shang, X., Liu, S. y Cao, Y.** 2006. Genetic diversity in Chinese modern wheat varieties revealed by microsatellite markers. *Sci. China, serie C* 49(3): 218-226.
- ⁴⁰ **Fu, Y. B. Peterson, G.W., Scoles, G., Rossnagel, B., Schoen, D.J. y Richards, K.W.** 2003. Allelic diversity changes in 96 Canadian oat cultivars released from 1886 to 2001. *Crop Science*, 43: 1989-1995.
- ⁴¹ **Reif, J. C. Hamrit, S., Heckenberger, M., Schipprack, W., Maurer, H.P., Bohn, M. & Melchinger, A.E.** 2005. Trends in genetic diversity among European maize cultivars and their parental components during the past 50 years. *Theor. Appl. Genet.*, 111(5): 838-845.
- ⁴² **van de Wouw, M. van Hintum, T., Kik, C., van Treuren, R. & Visser, B.** 2010. Genetic diversity trends in 20th century crop cultivars - a meta analysis crop breeding in the 20th century - a meta analysis. *Theor. Appl. Genet.*, (en línea).
- ⁴³ **Engels, J. M. M.** 2006. Technological and Policy Developments in Relation to Conservation and Use of Genetic Resources. *Plant Genetic Resources*, 19(3): 460-469.
- ⁴⁴ **Engels, J. M. M. Byakweli Vianney, J.M., Dempewolf, H. y de Boef, W.S.** 2008. Robust seed systems: integrating a genetic resource conservation and sustainable livelihood perspective in strategies supporting informal seed supply. *En: Thijssen, M. H., Bishaw Z., Beshir, A. y de Boef, W.S. (redactores). Farmers, seeds and varieties: supporting informal seed supply in Ethiopia*. Wageningen, Wageningen International, pág. 73-86.
- ⁴⁵ Disponible en <http://km.fao.org/gipb/>.
- ⁴⁶ Disponible en <http://www.africabiosciences.org/>.



Capítulo 2

El estado del
manejo *in situ*

2.1 Introducción

El CDB define la conservación *in situ* como “la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos que hayan desarrollado sus propiedades específicas”. Aunque el concepto evolucionó desde que se adoptó el CDB, esta definición se usa en varios tratados e iniciativas internacionales importantes, que incluyen el TIRFAA y la Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales (GSPC). La conservación *in situ* suele planearse en áreas o hábitats protegidos (a diferencia de la conservación *ex situ*) y puede focalizarse en ciertas especies o en el ecosistema en el que viven. Es un método de conservación de especial importancia para especies que resultan difíciles de conservar *ex situ*, como es el caso de muchas ESAC.

La conservación y el manejo de los RFAA en la finca se suelen considerar como una forma de conservación *in situ*. Sin embargo, en muchos casos, las razones por las que los agricultores continúan cultivando variedades tradicionales tienen poco que ver con el deseo de conservar, y sí con cuestiones vinculadas a la tradición y las preferencias, la prevención de riesgos, la adaptación local, las oportunidades en mercados especializados o, simplemente, la falta de una mejor alternativa. No obstante, se sigue manteniendo una importante diversidad en los campos de los agricultores, y los esfuerzos por mejorar el manejo y el uso avanzaron bastante en la última década. La comprensión de los factores involucrados es ahora más clara.¹

Este capítulo describe el progreso logrado en la conservación y el manejo de los RFAA en ecosistemas silvestres, sistemas de producción agrícola y la interacción entre ambos desde que se publicara el Primer Informe. Se examinan los nuevos conocimientos relacionados con la cantidad y distribución de la diversidad de variedades nativas, ESAC y otras plantas útiles, y se evalúa la capacidad actual de conservación y manejo de la diversidad *in situ*. El capítulo describe algunos de los principales desafíos globales que existen en la actualidad, resume los cambios más importantes que han tenido lugar desde que se publicó el Primer Informe y termina identificando más deficiencias y necesidades.

2.2 Conservación y manejo de los RFAA en ecosistemas silvestres

Muchas especies vegetales que crecen en ecosistemas silvestres resultan valiosas para la alimentación y la agricultura y tienen un papel cultural importante en las sociedades locales. Pueden ofrecer una red de seguridad cuando los alimentos resultan escasos, se comercializan cada vez más a nivel local e internacional y constituyen un aporte importante al ingreso familiar. Aproximadamente un tercio de los informes de países recibidos mencionaron el uso de plantas cosechadas en condiciones silvestres. Nigeria, por ejemplo, informó sobre el uso del mango salvaje (*Irvingia gabonensis*) y del árbol de la harina (*Parkia biglobosa*) en tiempos de escasez de alimentos.

Las especies de pasturas y forrajeras son otro componente importante de la agrobiodiversidad, en especial en los países donde la producción ganadera es uno de los principales contribuyentes a la economía nacional.² Sin embargo, las pasturas naturales se están degradando de modo significativo en varias partes del mundo y, como resultado, se hace necesario dedicarle mayor atención a la conservación *in situ* en dichos ecosistemas. En muchos casos, la conservación y el uso de las pasturas naturales son importantes en las estrategias para conservar y usar los recursos zoogenéticos.

Conjuntamente con el desarrollo de nuevos métodos biotecnológicos, las ESAC se están transformando en factores cada vez más importantes para el mejoramiento genético de los cultivos. Utilizando una definición amplia de ESAC como cualquier taxón que pertenece al mismo género que una planta cultivada, se ha estimado que hay 50 000-60 000 especies de ESAC en todo el mundo.³ Se considera que aproximadamente 700 de ellas son de máxima prioridad, y constituyen éstas las reservas genéticas primarias y secundarias de los cultivos alimentarios más importantes del mundo, muchos de los cuales están incluidos en el Anexo 1 del TIRFAA.

2.2.1 Inventario y estado del conocimiento

Desde que se publicó el Primer Informe, la mayoría de los países han llevado a cabo estudios e inventarios específicos, ya sea como parte de sus Planes de

CAPÍTULO 2

acción nacionales para la diversidad biológica⁴ o, con más frecuencia, en el marco de proyectos individuales. Suiza, por ejemplo, completó un inventario de sus ESAC en 2009 en el que se identificaron 142 especies como prioritarias para su conservación y uso.⁵ La mayoría de los estudios, sin embargo, se limitó a cultivos únicos, a pequeños grupos de especies o a superficies limitadas dentro del territorio nacional.⁶ Por ejemplo, en Senegal, se hicieron inventarios de especies selectas de mijo fonio, mijo, maíz, caupí y algunas hortalizas de hoja. Malí informó haber realizado 16 inventarios y estudios de 12 cultivos, y tanto Albania como Malasia han llevado a cabo inventarios de especies frutales silvestres.

Se han hecho muy pocos estudios o inventarios de RFAA en áreas protegidas, a diferencia de otros componentes de la biodiversidad en esas áreas.⁷ La observación realizada en el Primer Informe mantiene su validez, esto es, que la conservación *in situ* de especies silvestres con importancia agrícola ocurre, en general, como resultado imprevisto de los esfuerzos por proteger hábitats específicos o especies carismáticas. Si bien muchos países dan por sentado que los RFAA, incluidas las ESAC, se conservan reservando áreas protegidas,⁸ la realidad indica que, en muchos países, esto suele perderse entre dos enfoques de conservación diferentes: el ecológico y el agrícola. El primero se concentra principalmente en las especies y ecosistemas raros o amenazados, mientras que el segundo se dedica a la conservación *ex situ* de cultivos domesticados. Como consecuencia, la conservación de las ESAC ha sido relativamente descuidada.⁹ Los esfuerzos por compensar esta situación incluyen un proyecto global liderado por Bioversity International para fomentar la colaboración entre los sectores medioambiental y agrícola, con el fin de priorizar y conservar las ESAC en áreas protegidas (ver Recuadro 2.1).

En comparación con el Primer Informe, en el que solo cuatro países¹⁰ declararon haber realizado estudios referentes al estado de las ESAC, la última década ha mostrado un importante progreso en este campo, con al menos 28 países que compilaron inventarios de ESAC. Algunos también informaron que se habían identificado ubicaciones específicas para la conservación *in situ* de ESAC.¹¹ En la República Bolivariana de Venezuela, entre 1997 y 2007, se realizaron 32 inventarios y estudios que priorizaban áreas del país en las que había RFAA en riesgo.

Recuadro 2.1 Un proyecto de especies silvestres afines a las cultivadas: aumentar el conocimiento, promover la sensibilización y mejorar la acción

El proyecto global “Conservación *in situ* de las ESAC mediante una mejor ordenación de la información y trabajo de campo”, respaldado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) / Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y coordinado por *Bioversity International*, hizo avances significativos para promover la conservación *in situ* de las ESAC en áreas protegidas. El proyecto funciona en Armenia, el Estado Plurinacional de Bolivia, Madagascar, Sri Lanka y Uzbekistán y ha intentado establecer asociaciones efectivas entre las partes interesadas de los sectores agrícola y ambiental. El proyecto evaluó de forma exhaustiva las amenazas a las ESAC e identificó actividades para mitigarlas. Los resultados incluyeron el desarrollo de planes de acción nacionales para ESAC, planes de ordenación para especies y áreas protegidas específicas, directrices para conservar las ESAC por fuera de las áreas protegidas, y mejores marcos legislativos para la conservación de las ESAC. Las especies de ESAC elegidas fueron evaluadas para identificar rasgos de valor en la mejora del cultivo. La información de este proyecto fue integrada dentro de sistemas nacionales de información y está disponible en un portal global. Esto, combinado con formación y esfuerzos innovadores de sensibilización del público, significa que el proyecto está ayudando a mejorar la conservación de las ESAC no solo en los países participantes sino también en todo el mundo.

Cisjordania, Franja de Gaza, Jordania, el Líbano y la República Árabe Siria, conjuntamente con ICARDA, realizaron estudios durante el período comprendido entre 1999 y 2004 para evaluar la densidad, frecuencia y amenazas para las especies silvestres afines a cereales, leguminosas para alimentación, leguminosas para forraje y a siete géneros de árboles frutales y especies marginadas.

A nivel regional y global, varias organizaciones internacionales se han esforzado por hacer inventarios y determinar el estado de conservación de especies silvestres. Un análisis de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN¹² indica que de los 14 cultivos importantes para la seguridad alimentaria identificados en el estudio temático (banana/plátano, cebada, yuca, caupí, haba, mijo africano, guisante, maíz, mijo perla, patata, arroz, sorgo, boniato y trigo), solo se evaluaron a nivel global 45 especies silvestres afines, la mayoría de las cuales afines a la patata¹³. La SSC-UICN ha establecido un nuevo Grupo de especialistas en ESAC para apoyar y fomentar su conservación y uso. Botanic Gardens Conservation International (BGCI) creó un inventario de todas las ESAC que se encuentran en jardines botánicos y agregó un indicador de ESAC en su base de datos de especies vegetales.¹⁴ El inventario más completo de ESAC es el catálogo para Europa y el Mediterráneo,¹⁵ que enumera más de 25 000 especies de ESAC que se encuentran en la región euromediterránea. Como primer paso hacia la creación de un inventario europeo de poblaciones de ESAC *in situ*, el ECPGR ha pe-

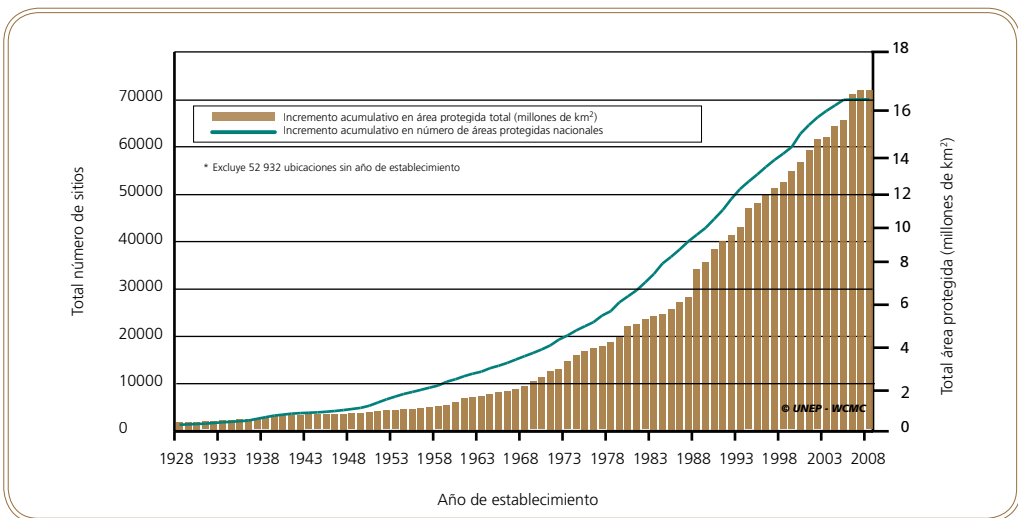
dido que se designen puntos focales con la responsabilidad de desarrollar inventarios nacionales *in situ*.¹⁶

Muchos de los informes de países mencionaron obstáculos significativos en la realización sistemática y nacional de inventarios y estudios de RFAA. Entre ellos encontramos los siguientes: falta de fondos; falta de recursos humanos, capacidades y conocimiento;¹⁷ falta de coordinación y responsabilidades poco claras;¹⁸ baja prioridad nacional;¹⁹ inaccesibilidad de las áreas *in situ*;²⁰ y dificultades para obtener los permisos necesarios.

2.2.2 Conservación *in situ* en áreas protegidas de las especies silvestres afines a las cultivadas

La cantidad de áreas protegidas en el mundo aumentó de unas 56 000 en 1996 a aproximadamente 70 000 en 2007, y la superficie cubierta total se expandió en el mismo período de 13 a 17,5 millones de km² (ver Figura 2.1)²¹. Esta expansión se refleja a nivel nacional mediante el hecho de que la mayoría de los países informan un aumento en el área protegida total. Paraguay, por ejemplo, aumentó su superficie protegida del 3,9

FIGURA 2.1
Incremento de áreas protegidas nacionales (1928-2008)



Fuente: Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas (WDPA)²⁴.

CAPÍTULO 2

al 14,9 por ciento del territorio nacional y Madagascar se comprometió a que un tercio de su territorio estaría protegido en 2008.²²

La Figura 2.1 muestra el crecimiento acumulativo de áreas protegidas designadas a nivel nacional (marinas y terrestres), expresado tanto en cantidad total de lugares como en superficie protegida total (km²) desde 1928 hasta 2008. Solo se incluyeron los lugares que fueron designados y de los que se conoce el año en que fueron establecidos.

En una evaluación del grado real de conservación de los RFAA silvestres en las áreas protegidas,²³ se observó que, por lo general, las áreas con la mayor diversidad (por ejemplo, dentro de centros de origen y/o de diversidad) recibieron una protección bastante menor que el promedio mundial. La mayoría de los países tienen menos del cinco por ciento de su superficie con alguna forma de protección.

Desde el último informe, hubo un aumento significativo en la cantidad de artículos publicados que describen el estado de las ESAC²⁵ y orientan la atención a acciones específicas necesarias.²⁶ Sin embargo, se implementaron pocas recomendaciones, en general debido a la falta de fondos y de personal con la capacitación adecuada (ver Sección 2.5).

Un estudio reciente sobre el estado actual y las tendencias de la conservación de las ESAC en 40 países²⁷ mostró que las actividades de conservación pueden adoptar muchas formas diferentes, como inventarios de campo o bases de datos y cartografía,²⁸ estudios ecogeográficos,²⁹ investigación de estructuras de políticas y toma de decisiones,³⁰ estudios de etnobiología tradicional e indígena,³¹ y seguimiento de las ESAC una vez adoptados los planes de manejo.³²

Aunque un estudio global de la conservación *in situ* de RFAA silvestres³³ y un análisis de los informes de países revelan que son pocos los países que se han esforzado por conservar los RFAA en las áreas protegidas, se ha hecho algún progreso, como lo indican los siguientes ejemplos.

- Se conservan activamente las ESAC al menos en un área protegida en cada uno de los cinco países del proyecto coordinado por Bioversity International (ver Recuadro 2.1).
- En Etiopía se están conservando poblaciones silvestres de *Coffea arabica* en la selva pluvial de montaña,

y se están realizando estudios para evaluar el grado de diversidad genética del café de Etiopía y su valor económico. El objetivo es el desarrollo de modelos para conservar los recursos genéticos de *C. arabica* tanto dentro como fuera de las áreas protegidas.³⁴

- Malí informó que los árboles frutales silvestres, importantes para la seguridad alimentaria, se ordenan en bosques protegidos, y en la República Unida de Tanzania se utilizan métodos especiales de conservación para el manejo del árbol frutal autóctono *Uapaca kirkiana*.
- En Guatemala se recomendaron áreas de conservación prioritarias para 14 especies en peligro, como *Capsicum lanceolatum*, *Carica cauliflora*, *Phaseolus macrolepis*, *Solanum demissum* y la subespecie de *Zea mays*, *huehuetenangensis*.³⁵
- La Reserva de Sierra de Manantlán, en el suroeste de México, se ha establecido específicamente para la conservación de un pariente silvestre endémico y perenne del maíz, *Zea mays*.
- En la región de Asia y el Pacífico, un proyecto integral de conservación de especies frutales tropicales nativas, como mango, cítricos, rambután, mangostán, jaca y litchi, fue implementado por diez países asiáticos con apoyo técnico de Bioversity International.³⁶ En China, hacia fines de 2007 se habían establecido 86 lugares de conservación *in situ* para especies silvestres afines a las cultivadas, y estaban planeados otros 30 lugares. En Viet Nam se incluyeron especies de *Citrus* en seis zonas de ordenación genética, y en India se establecieron santuarios en las montañas Garo de Meghalaya para conservar la rica diversidad autóctona de las especies silvestres *Citrus* y *Musa*.³⁷
- En Europa se hicieron estudios sobre la especie silvestre *Prunus*³⁸ y sobre manzanas y peras silvestres.³⁹ El European Crop Wild Relative Diversity Assessment and Conservation Forum⁴⁰ estableció metodologías de conservación *in situ* para las ESAC,⁴¹ con el objetivo de fomentar reservas genéticas para los complejos de cultivos tales como aquellos de los géneros *Avena*, *Beta*, *Brassica* y *Prunus*.
- En Armenia se estableció la reserva de Erebuni, para conservar poblaciones de especies silvestres afines a los cereales (por ejemplo, *Triticum araraticum*, *T. boeoticum*, *T. urartu*, *Secale vavilovii*, *S. montanum*, *Hordeum spontaneum*, *H. bulbosum* y *H. glaucum*)⁴² y, en Alemania, la reserva Flusslandschaft Elbe Bios-

phere es importante para la conservación *in situ* de recursos genéticos de cultivos frutales silvestres y de raigrás perenne (*Lolium perenne*).

- En el Cercano Oriente, además del área protegida establecida en Turquía para conservar especies silvestres afines a cereales y leguminosas, en 2007, la República Árabe Siria estableció un área protegida en Alujat y prohibió el pastoreo de pequeños rumiantes en la región de Sweida para contribuir a conservar las especies silvestres afines a cereales, leguminosas y árboles frutales.

A pesar de los ejemplos recién mencionados y del aumento general en la cantidad de áreas protegidas, el rango de diversidad genética de las especies seleccionadas dentro de estas áreas todavía no está bien representado, y muchos nichos ecológicos que son importantes para los RFAA silvestres siguen sin protección. En un estudio del maní silvestre (*Arachis spp.*) efectuado en América del Sur, se descubrió que las áreas actuales de conservación cubren de modo limitado la distribución de las especies, y solo 48 de las 2 175 observaciones georeferenciadas incluidas en el estudio se originaron en parques nacionales.⁴³

2.2.3 Conservación *in situ* de los RFAA fuera de las áreas protegidas

Un estudio del Banco Mundial⁴⁴ informó que aunque los parques y las áreas protegidas existentes son las piedras angulares de la conservación de la biodiversidad, resultan insuficientes para garantizar la existencia permanente de una gran parte de la biodiversidad tropical. Una cantidad significativa de especies de RFAA importantes, incluidas las ESAC y plantas útiles recogidas del ámbito silvestre, existen fuera de las áreas protegidas convencionales y, por lo tanto, no tienen ningún tipo de protección legal.⁴⁵ Los campos cultivados, los márgenes de los campos, las pasturas, los huertos, las áreas de recreación y los lados de las carreteras pueden contener importantes ESAC y otras plantas silvestres útiles. La diversidad vegetal en dichas áreas enfrenta una serie de amenazas que incluyen el ensanchamiento de carreteras, la remoción de setos vivos o huertos, el sobrepastoreo, la expansión en el uso de herbicidas o incluso distintos métodos para el control físico de malezas.⁴⁶

La conservación efectiva de los RFAA fuera de las áreas protegidas requiere que se aborden cuestiones

sociales y económicas. Esto podría exigir, por ejemplo, celebrar acuerdos de manejos específicos entre las agencias de conservación y aquellos que son dueños o tienen derechos sobre los lugares posibles. Dichos acuerdos se están volviendo más comunes, especialmente en América del Norte y Europa. Por ejemplo, se establecieron microrreservas en la región española de Valencia.⁴⁷ En Perú, comunidades agrícolas firmaron un acuerdo con el CIP para establecer un 'Parque de Patatas' de 15 000 ha cerca de Cuzco, donde la diversidad genética de las numerosas variedades de patatas de la región está protegida por los habitantes nativos del lugar, quienes son los propietarios de la tierra y a los que también se les permite controlar el acceso a dichos recursos genéticos locales.

Muchas ESAC y otras especies útiles crecen como malezas en los sistemas agrícolas, hortícolas y silvícolas, en especial aquellas asociadas con las prácticas culturales tradicionales o con los ambientes marginales. En muchas áreas, dichas especies podrían estar especialmente amenazadas como resultado del abandono de los sistemas de cultivo tradicionales. Varios gobiernos nacionales, en especial en países desarrollados,⁴⁸ ahora ofrecen incentivos, incluso subsidios financieros, para mantener dichos sistemas y a las especies silvestres que hospedan. A pesar de que estas opciones son casi siempre imposibles de financiar y ejecutar en la mayor parte del mundo en desarrollo, existen oportunidades de integrar el manejo en finca de variedades nativas y variedades agrícolas con la conservación de la diversidad de ESAC.⁴⁹ Varios países en África occidental, por ejemplo, han comentado sobre la importante función de las comunidades locales y de los métodos tradicionales en el manejo sostenible de los ecosistemas de pasturas.

Aunque varios informes nacionales mencionan que se han adoptado medidas para apoyar la conservación *in situ* fuera de las áreas protegidas, se ofrecieron pocos detalles. En Viet Nam se desarrolló un proyecto para investigar la conservación *in situ* de variedades nativas y ESAC fuera de las áreas protegidas, con el fin de conservar la agrobiodiversidad mundialmente significativa de arroz, colocasia, litchi, longán, cítricos y té, en 11 lugares de siete provincias. La estrategia era promover las zonas importantes para los recursos fitogenéticos basadas en las comunidades. En Alemania, el proyecto de los '100 campos para la biodiversidad'⁵⁰ se enfoca en la conservación de especies

CAPÍTULO 2

vegetales silvestres (que incluyen las ESAC) fuera de áreas protegidas mediante el establecimiento de una red de conservación a nivel nacional para las especies silvestres cultivables. La investigación realizada en Asia occidental reveló una significativa diversidad de ESAC en áreas cultivadas, especialmente en los márgenes de los campos y a los costados de las carreteras.⁵¹ También se informó que en Jabal Sweida, República Árabe Siria, son comunes las ESAC de trigo candeal, cebada, lenteja, guisante y haba en los huertos modernos de manzanas.⁵²

2.2.4 Sistema global para áreas de conservación *in situ*

El Primer Informe recomendaba establecer un sistema de áreas de conservación *in situ* y desarrollar directrices para la selección y ordenación de sitios. En respuesta a ello, la CRGAA encargó un estudio⁵³ sobre el establecimiento de una red global para la conservación *in situ* de las ESAC. El informe del estudio propuso prioridades de conservación y ubicaciones específicas para conservar las especies silvestres más importantes a fines a 14 de los principales cultivos alimentarios del mundo (ver Cuadro 2.1). El informe indica que alrededor de un 9 por ciento de las ESAC de los 14 cultivos necesita atención de conservación urgente. A continuación se presenta un breve resumen de las prioridades regionales mencionadas en el informe.

África

Se identificaron ubicaciones de alta prioridad en África para la conservación de especies silvestres afines al mijo africano (*Eleusine* spp.), al mijo perla (*Pennisetum* spp.), al guisante (*Pisum* spp.) y al caupí (*Vigna* spp.).

América

En el continente americano, se identificaron ubicaciones prioritarias para reservas genéticas de cebada (*Hordeum* spp.), boniato (*Ipomoea* spp.), yuca (*Manihot* spp.), patata (*Solanum* spp.) y maíz (*Zea* spp.).

Asia y el Pacífico

Se identificaron ubicaciones potenciales de reserva genética para los cuatro taxones de mayor prioridad del

arroz silvestre (*Oryza* spp.) y diez taxones prioritarios relacionados con banano/plátano (*Musa* spp.).

Cercano Oriente

Las ubicaciones de mayor prioridad para conservar las especies silvestres afines a guisante (*Pisum* spp.), trigo (*Triticum* y *Aegilops* spp.), cebada (*Hordeum spontaneum* y *H. bulbosum*), haba (*Vicia* spp.), garbanzo (*Cicer* spp.), alfalfa (*Medicago* spp.), trébol (*Trifolium* spp.) y las especies silvestres afines a los árboles frutales, en especial el pistacho (*Pistacia* spp.) y las frutas de hueso (*Prunus* spp.) están en esta región.

Estas ubicaciones de máxima prioridad ofrecen una buena base para establecer una red global de reservas genéticas de ESAC, de conformidad con el borrador de la Estrategia global para la conservación y el uso de las variedades silvestres afines a las plantas cultivadas,⁵⁴ desarrollado en 2006.

2.3 Manejo en finca de los RFAA en sistemas de producción agrícola

El manejo y conservación en finca de los RFAA, en especial el mantenimiento de variedades de cultivos tradicionales en sistemas de producción, han ganado terreno desde que se publicó el Primer Informe. Se implementaron varios programas nacionales e internacionales nuevos en todo el mundo destinados a fomentar el manejo en finca, y la literatura publicada durante los últimos diez años generó una mejor comprensión de los factores que tienen influencia en este manejo.⁵⁵ Se han desarrollado nuevas herramientas que permiten que esta diversidad, y los procesos mediante los cuales se mantiene, puedan evaluarse y comprenderse con mayor precisión,⁵⁶ y que se comprendan mejor las complementariedades entre la conservación *in situ*/en finca y *ex situ*. Sin embargo, todavía se conoce relativamente poco sobre cómo lograr el mejor equilibrio en el uso de estos dos enfoques, o sobre la naturaleza dinámica de esa relación. Los informes de países brindaron información, que se resume en el Cuadro 2.1, sobre la extensión y distribución de la diversidad genética de cultivos dentro de sistemas de producción agrícola, los procesos de manejo que man-

CUADRO 2.1
Resumen de 14 especies prioritarias de ESAC informadas por Maxted y Kell en 2009

Cultivo	ESAC prioritarias	Centros de diversidad	Probable ocurrencia dentro del área protegida	Ocurrencia conocida dentro del área protegida	Ocurrencia conocida fuera del área protegida	Países en los que debería estar la ubicación o área prioritaria sugerida	¿Los lugares sugeridos son áreas protegidas específicas o están cerca? (S/N)
Mijo africano (<i>Eleusine coracana</i>)	<i>E. intermedia</i>	África oriental	X			Burundi, Etiopía, Kenya, República Democrática del Congo, Rwanda, Uganda	S
Cebada (<i>Hordeium vulgare</i>)	<i>E. kigeziensis</i>		X		X		S
	<i>H. chilense</i>	Principal: sudeste de Asia; otros: Asia central, sur de Sudamérica, oeste de Norteamérica	X		X	Chile	S
Boniato (<i>Ipomoea batatas</i>)	<i>I. batatas</i> var. <i>apiculata</i>	Principal: noroeste de Sudamérica; otros: África subsahariana, Indonesia, Papua Nueva Guinea	X			México	S
	<i>I. tabascanana</i>				X		N
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	<i>M. alutacea</i> <i>M. foetida</i> <i>M. leptopoda</i> <i>M. neusana</i> <i>M. oligantha</i> <i>M. peltata</i> <i>M. pilosa</i> <i>M. pringlei</i> <i>M. tristis</i>	América Latina, Brasil, Bolivia (Estado Plurinacional de)				Brasil	N

CAPÍTULO 2

CUADRO 2.1 (CONTINUACIÓN)
Resumen de 14 especies prioritarias de ESAC informadas por Maxted y Kell en 2009

Cultivo	ESAC prioritarias	Centros de diversidad	Ocurrencia probable dentro del área protegida	Ocurrencia conocida dentro del área protegida	Ocurrencia conocida fuera del área protegida	Países en los que debería estar la ubicación o área prioritaria sugerida	¿Los lugares sugeridos son áreas protegidas específicas o están cerca? (S/N)
Banana/plátano (<i>Musa acuminata</i>)	<i>M. basjoo</i>	India, Malasia				Bhután, Filipinas, India, Papua Nueva Guinea, Sumatra	N
	<i>M. cheesmani</i>						
	<i>M. flaviflora</i>						
	<i>M. halabensis</i>						
	<i>M. itinerans</i>						
	<i>M. nagensium</i>						
	<i>M. ochracea</i>						
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	<i>M. schizocarpa</i>						
	<i>M. sikkimensis</i>						
	<i>M. textilis</i>						
	<i>M. texillilis</i>						
Mijo perla (<i>Pennisetum glaucum</i>)	<i>O. longiglumis</i>		X				S
	<i>O. minuta</i>						
	<i>O. rhizomatis</i>	Asia, Pacífico, África		X	X	India, Papua Nueva Guinea, Sri Lanka	S
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	<i>O. schlechteri</i>		X			Sudán	S
	<i>P. schweinfurthii</i>	África occidental			X		
	<i>P. abyssinicum</i> <i>P. sativum subsp. elatius</i> var. <i>brevipedunculatum</i>	Etiopía, Mediterráneo, Asia central			X	Chipre, Etiopía, República Árabe Siria, Turquía, Yemen	N
Patata (<i>Solanum tuberosum</i>)	110 especies con 5 o menos registros de observación	México sur-central, Sudamérica				Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Ecuador, México, Perú	N
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	ninguna	Sudeste de Asia, India, Sudamérica, África					

CUADRO 2.1 (CONTINUACIÓN)
Resumen de 14 especies prioritarias de ESAC informadas por Maxted y Kell en 2009

Cultivo	ESAC prioritarias	Centros de diversidad	Ocurrencia probable dentro del área protegida	Ocurrencia conocida dentro del área protegida	Ocurrencia conocida fuera del área protegida	Países en los que debería estar la ubicación o área prioritaria sugerida	¿Los lugares sugeridos son áreas protegidas específicas o están cerca? (S/N)
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	<i>T. monococcum</i> subsp. <i>aegilopoides</i>	Transcaucaso, Media Luna Fértil, Mediterráneo oriental		X		Georgia, Irán (República Islámica de), Iraq, Líbano, Turquía	N (excepto uno)
	<i>T. timopheevii</i> subsp. <i>armeniaticum</i>						
	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>aleoalchicum</i>						
	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>dicoccoides</i>						
	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>polonicum</i>						
	<i>T. turgidum</i> subsp. <i>turanicum</i>						
	<i>T. urartu</i>						
Haba (<i>Vicia faba</i>)	<i>V. cristalloides</i>					República Árabe Siria, Turquía	N
	<i>V. faba</i> subsp. <i>paucijuga</i>						
	<i>V. galliaea</i>						
	<i>V. hyaeniscyamus</i>						
	<i>V. kalakensis</i>						
Caupl (<i>Vigna unguiculata</i>)	<i>V. unguiculata</i>	India/sudeste de Asia; África tropical				Varios países africanos	S
	- subsp. <i>aduenis</i>			X			
	- subsp. <i>alba</i>						
	- subsp. <i>baouensis</i>						
	- subsp. <i>burundensis</i>						
	- subsp. <i>letouzeyi</i>						
	- subsp. <i>unguiculata</i> var.						
<i>V. unguiculata</i>							
- subsp. <i>pauwella</i>							
- subsp. <i>pubescens</i>				X			
Maíz (<i>Zea mays</i>)	<i>Z. luxurians</i>	México	X			Guatemala, Nicaragua Guatemala México	S/N
	<i>Z. mays</i> subsp. <i>huehuetenangensis</i>				X		
	<i>Z. diploperennis</i>			X			

Fuente: Maxted, N. y Kell, S. P. 2009. Establishment of a Global Network for the *In Situ* Conservation of CWR: Status and Needs. FAO, CRGAA, Roma, Italia, pág. 266.

CAPÍTULO 2

tuvieron esta diversidad, la capacidad nacional de apoyar el mantenimiento de la diversidad y el progreso en las intervenciones de conservación en el terreno.

2.3.1 Cantidad y distribución de la diversidad genética de cultivos en sistemas de producción

Los esfuerzos para medir la diversidad genética dentro de sistemas de producción van desde evaluar los fenotipos vegetales usando caracteres morfológicos, hasta utilizar nuevas herramientas de biología molecular. Hay una gran variedad de sistemas de producción, y muchos informes de países señalaron que los niveles máximos de diversidad genética de cultivos ocurrían, con mayor frecuencia, en zonas donde la producción es particularmente compleja, como por ejemplo en los márgenes de desiertos o a grandes alturas, donde el medio ambiente es muy variable y hay un acceso limitado a los recursos y mercados.

Los informes de países aportaron escasa información sobre las cantidades reales de variedades tradicionales que se mantienen en los campos de los agricultores. El informe de país de Georgia menciona que todavía se cultivan 525 variedades nativas de uvas en las zonas montañosas y en las aldeas aisladas, mientras que en los Cárpatos occidentales de Rumania se identificaron más de 200 variedades nativas de cultivos locales.

A diferencia de los informes de países, la literatura científica publicada desde el Primer Informe contiene mucha información sobre la cantidad de variedades tradicionales cultivadas en la finca. Una conclusión importante que se puede extraer de dichas publicaciones es que una gran cantidad de la diversidad genética de los cultivos existente en forma de variedades tradicionales sigue manteniéndose en las explotaciones, incluso durante los años de estrés extremo.⁵⁷ Un estudio realizado en Nepal y Viet Nam que pretendía averiguar cuántos hogares cultivaban variedades tradicionales de arroz, y si lo hacían en superficies grandes o pequeñas,⁵⁸ reveló que unos pocos hogares cultivan más del 50 por ciento de las variedades tradicionales en superficies relativamente pequeñas.

Los nombres de las variedades del agricultor pueden aportar una base sobre la cual estimar las cantidades reales de variedades tradicionales que existen en una zona determinada y, en términos generales, pueden actuar como guía orientadora de la cantidad total de diversidad genéti-

ca. Sin embargo, distintas comunidades y culturas denominan, ordenan y diferencian los cultivares locales de modos también diferentes, y no existe ninguna relación simple y directa entre identidad del cultivar y diversidad genética.⁵⁹

2.3.2 Prácticas de manejo para el mantenimiento de la diversidad

Las prácticas que apoyan el mantenimiento de la diversidad dentro de los sistemas de producción agrícola incluyen prácticas agronómicas, sistemas de producción y distribución de semillas, y el manejo de como interactúan las especies silvestres y cultivadas.

Un sistema muy extendido que conserva una gran riqueza de variedades tradicionales es la producción en huertas familiares. Cuba, Ghana, Guatemala, Indonesia y Viet Nam informaron que existe una importante diversidad genética de cultivos en las huertas familiares, que hacen las veces de refugios para los cultivos y las especies cultivadas que en otro momento estuvieron más difundidas. Los agricultores suelen usar las huertas familiares como espacio de experimentación, para introducir nuevos cultivares o para la domesticación de especies silvestres. Las especies silvestres útiles pueden trasladarse a huertas familiares cuando su hábitat natural está amenazado, por ejemplo, debido a la deforestación, como en el caso del loroco (*Fernaldia pandurata*) en Guatemala.⁶⁰

Una revisión reciente⁶¹ indicó que los agricultores y horticultores de toda Europa todavía cultivan muchas variedades tradicionales y variedades nativas de cultivos hortícolas, leguminosas y granos, y que se encuentran con frecuencia en las huertas familiares de los hogares rurales. Todavía hay una invaluable diversidad de variedades tradicionales de muchos cultivos, especialmente de frutas y verduras, pero también de maíz y trigo, incluso en los países en los que las variedades comerciales modernas dominan los sistemas de semillas, los campos de cultivo y las huertas comerciales.

Muchos informes de países indicaron que los sistemas de semillas 'informales' siguen siendo un elemento clave para mantener la diversidad de cultivos en las explotaciones agrícolas (ver Sección 4.8) y que corresponden hasta a un 90 por ciento de los movimientos de semillas.⁶² Aunque el intercambio de semillas puede ocurrir a través de grandes distancias, en muchos casos parece ser más

importante a nivel local, en especial dentro de los sistemas agrícolas tradicionales. En Perú, por ejemplo, entre el 75 y el 100 por ciento de las semillas usadas por los agricultores en el valle de Aguaytía se intercambiaron dentro de la comunidad, y una pequeña cantidad salió de ella.⁶³

Conseguir acceso a semillas de variedades tradicionales de cultivos puede resultar problemático en algunos países desarrollados. En la Unión Europea, por ejemplo, solo pueden comercializarse semillas certificadas de variedades registradas oficialmente, aunque el intercambio local, a pequeña escala y no comercial, de material para cultivo sigue siendo bastante común. Sin embargo, la Directiva de la Unión Europea 2008/62/CE permite una cierta flexibilidad con relación al registro y la comercialización de las razas y variedades nativas tradicionales, adaptadas a las condiciones locales, pero amenazadas; las llamadas 'variedades de conservación'. La Sección 5.4.2 contiene más información sobre las leyes referentes a semillas y a sus impactos.

Varios países informan sobre cómo la constitución genética de las variedades locales depende de los efectos tanto de la selección natural como de la selección hecha por los agricultores. En Malí, estudios han mostrado que las variedades locales de sorgo cosechadas en 1998 y 1999 maduraron entre siete y diez días antes que aquellas cosechadas 20 años antes, como resultado de la selección natural, la selección hecha por los agricultores o ambas. Esto resalta la naturaleza dinámica del manejo *in situ*, que puede lograr que se conserven muchos componentes de la constitución genética de las variedades involucradas, pero también permite que ocurran cambios genéticos.

Las prácticas de selección de semillas de los agricultores varían mucho. Pueden elegir semillas de plantas que crecen en cierta parte de un campo, de plantas especialmente 'saludables', de una parte específica de la planta, de plantas en diferentes etapas de maduración o pueden simplemente tomar una muestra de semillas de toda la cosecha. En algunas comunidades locales de Ouahigouya, Burkina Faso, por ejemplo, los agricultores de mijo perla cosechan semillas del centro del campo para mantener la 'pureza', y escogen un rango de tipos, en consideración de la uniformidad del color del grano y la dehiscencia de la espiguilla. Esta práctica parece fomentar la calidad y el vigor de la semilla.⁶⁴

Los informes de Chipre y Grecia indican que muchos agricultores en dichos países prefieren guardar sus propias semillas y, cuando las reemplazan, suelen conseguir la misma variedad de un pariente, vecino o del mercado local (por lo general, en ese orden de preferencia). De este modo, durante varios años hay mucha mezcla. También se establecieron bancos de genes comunitarios en algunos países,⁶⁵ que pueden ser fuentes importantes de semillas para los agricultores locales.

Una caída fuerte en la cantidad de agricultores que cultivan una variedad en particular y un cambio a una única variedad o a un número limitado de ellas pueden crear una limitación genética y generar una pérdida de diversidad genética. Esto puede ocurrir, por ejemplo, como resultado de desastres naturales, guerras o conflictos civiles, cuando la disponibilidad local de semillas se reduce drásticamente; pueden perderse o comerse las semillas y otros materiales de propagación, los sistemas de suministro pueden interrumpirse y los sistemas de producción de semillas pueden quedar destruidos (ver Capítulo 1). Además, si las organizaciones de socorro distribuyen semillas de nuevos cultivares, pueden producirse más cambios en la cantidad y los tipos de variedades que se cultivan.

La interacción entre las plantas silvestres y agrícolas y los ecosistemas es muy compleja y puede producir efectos tanto negativos como positivos en relación con el mantenimiento de la diversidad genética. La introgresión natural de nuevos genes en los cultivos puede expandir la diversidad disponible para los agricultores. Los flujos de genes entre los cultivares y sus especies silvestres afines han sido una característica importante de la evolución de la mayoría de las especies de cultivo,⁶⁶ y siguen siendo importantes hoy en día.⁶⁷ En Benin y en otros países de África occidental, por ejemplo, se informó que la introgresión entre los ñames silvestres y los domesticados es importante para que los agricultores mejoren en forma permanente los cultivares de ñame.⁶⁸ Al mismo tiempo, muchas especies silvestres afines y cultivares evitan la pérdida de sus identidades incluso cuando crecen muy próximos entre sí, utilizando frecuentemente mecanismos reproductivos, como por ejemplo la competencia del polen. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando una especie silvestre afín está rodeado por campos cultivados, como en la relación entre el teosinte y el maíz en México⁶⁹ y, en el caso

CAPÍTULO 2

opuesto, cuando las especies silvestres afines rodean a los campos de cultivo, como el mijo perla en el Sahel.⁷⁰

Varios informes de países dan ejemplos del manejo de la interacción cultivo-especies. En el sur de Camerún, por ejemplo, los ñames silvestres (*Dioscorea* spp.) son importantes como alimento y en la cultura de los pigmeos Baka. Mediante una serie de prácticas técnicas, sociales y culturales conocidas como 'paracultivo', pueden usar los recursos silvestres mientras los mantienen en su medio ambiente natural. En Tayikistán se seleccionaron los genotipos superiores del nogal (*Juglans regia*) y pistacho (*Pistacia vera*) a partir de condiciones silvestres y se encuentran ahora en cultivo, y se han plantado manzanas silvestres en huertos de algunas partes de la Cordillera del Pamir.

En Jordania y en la República Árabe Siria, se confirmaron los flujos de genes naturales entre las especies cultivadas y silvestres de *Triticum*, usando técnicas morfológicas y moleculares.⁷¹

2.3.3 Los agricultores como custodios de la diversidad

Durante la última década, se ha trabajado para comprender mejor por qué y cómo los agricultores siguen manteniendo la diversidad en sus campos. De este modo, se ha logrado una mejor apreciación del rango de custodios, la función del conocimiento tradicional y las necesidades y opciones que tienen los agricultores dentro de sus sistemas de medios de vida. Se ha observado en muchos países la diversidad de partes interesadas que mantienen y usan los RFAA. Por ejemplo, el trabajo en China y Nepal concluyó que solo uno o dos agricultores expertos en una comunidad dada se ocupan del mantenimiento de la mayor parte de la diversidad.⁷² La edad, el género, el grupo étnico y el nivel de riqueza son factores importantes para decidir quién mantiene la diversidad, qué diversidad se mantiene y dónde (ver Capítulo 8). Especialmente en los países desarrollados, los individuos pueden participar como un pasatiempo o por otras razones no comerciales. Japón ha implementado un sistema para reconocer y registrar a las personas como líderes en los cultivos locales, sobre la base de su experiencia y capacidades técnicas.

Muchos informes de países reconocen la importancia del conocimiento tradicional para la conservación y el uso de los RFAA en una explotación agrícola.

la. Bangladesh, Etiopía, India, Kazajistán, la República Democrática Popular Lao y la República Unida de Tanzania, por ejemplo, describen esfuerzos por documentar y proteger el conocimiento indígena, mientras que otros declaran la necesidad de hacerlo o señalan que se necesitan políticas apropiadas para dicho fin.

Muchos factores influyen sobre la elección de cuántas y qué variedades cultivar, y en qué zonas, incluso la necesidad de minimizar el riesgo, maximizar los rendimientos, garantizar el equilibrio nutricional, distribuir las cargas de trabajo y capturar las oportunidades de mercado. Un conjunto de estudios empíricos realizados en Burkina Faso, Hungría, México, Nepal, Uganda y Viet Nam han sugerido que los principales factores que afectan la elección de especies también comprenden el acceso al mercado, el suministro de semillas, la edad y el género del agricultor y si la variedad es común o poco frecuente.⁷³

2.3.4 Opciones para apoyar la conservación de la diversidad en sistemas de producción agrícola

Si bien hay muchos modos por los que los agricultores se benefician de un mayor uso de los cultivos y variedades locales, en muchos casos se requiere actuar, para hacerlos más competitivos, con variedades modernas y los principales cultivos. Las intervenciones posibles para aumentar la competitividad incluyen las siguientes medidas: una mejor caracterización de los materiales locales, fitomejoramiento y mejoras en el procesamiento, un mayor acceso a materiales e información, el fomento de una mayor demanda del consumidor y más políticas e incentivos de apoyo. Con frecuencia, los esfuerzos para implementar dichas intervenciones son liderados por organizaciones no gubernamentales (ONG) que pueden o no estar vinculadas a institutos nacionales de investigación y educación.

2.3.4.1 Agregar valor mediante la caracterización de materiales locales

Aunque se ha trabajado en varios países sobre la caracterización de los materiales locales, las variedades nativas suelen estar caracterizadas de modo inadecuado, en particular en la explotación agrícola. Hay algunos indicios en los informes de países de que se hicie-

ron mayores esfuerzos para caracterizar las variedades tradicionales y locales durante la última década, y la República Checa informó que hay apoyo financiero del Estado para evaluar cultivos marginados.

2.3.4.2 Mejorar los materiales locales mediante el mejoramiento y el procesamiento de semillas

Se pueden mejorar los materiales locales con fitomejoramiento y/o mediante la producción de semillas o material de siembra de mejor calidad. Desde que se publicó el Primer Informe, se ha prestado especial atención a los enfoques participativos de evaluación, mejora y fitomejoramiento de cultivos, en particular a los que involucran variedades locales del agricultor (ver Capítulo 4). El Grupo de trabajo del ECPGR realizó varios estudios de casos sobre conservación y manejo en las explotaciones agrícolas. Se refieren al caupí y el frijol en Italia, la col en Escocia, la remolacha para forraje en Alemania, el fleo de los prados en Noruega y los tomates en España.⁷⁴

2.3.4.3 Aumentar la demanda de los consumidores mediante incentivos de mercado y sensibilización pública

Aumentar la sensibilización de la opinión pública respecto a los cultivos y variedades locales puede ayudar a construir una base de apoyo más amplia. Esto puede lograrse de distintos modos, por ejemplo, mediante contactos personales, intercambios grupales, ferias de la diversidad, festivales de poesía, música y teatro y mediante el uso de los medios de comunicación locales e internacionales.⁷⁵ Albania, Azerbaiyán, Filipinas, Jordania, Malasia, Namibia, Nepal, Pakistán, Portugal y Tailandia, por ejemplo, informaron sobre el establecimiento de mercados y ferias para promocionar productos locales. Otros medios de generación de ingresos incluyen promover el ecoturismo y etiquetar los productos con certificados de origen aceptados internacionalmente, o los equivalentes en mercados especializados.⁷⁶ En Jamaica, el manejo en finca está respaldado por el desarrollo de mercados locales y de exportación para un amplio espectro de productos tradicionales y novedosos que surgen de cultivos locales

poco usados. Malasia, de modo similar, informó sobre los esfuerzos hechos para desarrollar productos ‘ricos en diversidad’ con valor comercial agregado.

2.3.4.4 Mejorar el acceso a la información y a los materiales

La importancia de mantener y ordenar la información y el conocimiento sobre la diversidad a nivel comunitario o del agricultor es reconocida en varios informes de países. Las comunidades de ONG se desarrollaron una serie de iniciativas orientadas a fortalecer los sistemas de conocimiento indígena; por ejemplo, los ‘Community Biodiversity Registers’ en Nepal, que detallan información sobre las variedades cultivadas por los agricultores locales.⁷⁷ Cuba, Etiopía, Nepal, Perú y Viet Nam informan que las ferias de la diversidad permiten a sus agricultores comprender las dimensiones de la diversidad que está disponible en una región e intercambiar materiales. En Azerbaiyán, por ejemplo, el gobierno llevó a cabo acciones para mejorar el conocimiento de los agricultores sobre los RFAA. Las ferias demostraron ser un modo popular y exitoso de fortalecer el conocimiento local y los sistemas de suministro de semillas.⁷⁸ En Finlandia, el proyecto ‘ONFARMSUOMI: social and cultural value, diversity and use of Finnish landraces (Valor social y cultural, diversidad y uso de las variedades nativas finlandesas)’ busca encontrar nuevos modos de fomentar el manejo en finca de la diversidad de los cultivos tradicionales. Se ha creado un banco de información de variedades nativas en línea para fomentar y apoyar el cultivo de variedades nativas entre los agricultores, además de aumentar la sensibilización de la opinión pública.

2.3.4.5 Políticas, legislación e incentivos de respaldo

Las variedades tradicionales suelen ser entidades dinámicas y evolutivas, características que deben reconocerse mediante políticas dirigidas a respaldar su mantenimiento. En los últimos años, distintos países sancionaron leyes para apoyar el uso de variedades tradicionales. En Chipre, por ejemplo, el Plan de Desarrollo Rural 2007-2013 es el principal instrumento normativo que cubre el manejo en finca de los RFAA. Contiene una serie de medidas que promueven la conservación y el uso de la diversidad en

CAPÍTULO 2

las tierras agrícolas y los bosques dentro de áreas protegidas. En Hungría, el National Agri-Environment Programme (NAEP) adoptó un sistema de zonas ambientalmente sensibles mediante el cual se designan áreas con baja productividad agrícola, que, sin embargo, tienen un alto valor ambiental, para recibir atención especial en materia de conservación. (Una discusión más extensa sobre los asuntos de políticas en relación con la conservación y el uso de los RFAA se encuentra en los Capítulos 5 y 7).

2.4 Desafíos globales a la conservación *in situ* y al manejo de los RFAA

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM)⁷⁹ identificó cinco factores generadores de pérdida de biodiversidad: el cambio climático, cambios de hábitat, especies exóticas invasoras, la sobreexplotación y la contaminación. Se puede sostener que de ellos, los primeros tres presentan la mayor amenaza para los RFAA y se los discute en las siguientes secciones. Además, en varios países se considera la introducción de nuevas variedades como un factor importante para la pérdida de diversidad de cultivos tradicionales, lo que también se discute brevemente más adelante.

2.4.1 Cambio climático

Varios informes de países⁸⁰ hacen referencia a la amenaza que el cambio climático presenta para los recursos genéticos. Todos los escenarios previstos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁸¹ tendrán graves consecuencias en la distribución geográfica de los cultivos, las variedades individuales y las ESAC. Incluso el sistema existente de áreas protegidas deberá ser replanteado en lo relativo a tamaño, escala y manejo.⁸² Los corredores de vida silvestre, por ejemplo, se volverán cada vez más importantes para permitir la migración de las especies y ajustar sus pasturas. Los pequeños Estados insulares, que suelen tener numerosas especies endémicas, también son muy vulnerables al cambio climático, especialmente a las elevaciones del nivel del mar.

Un estudio reciente⁸³ empleó datos meteorológicos actuales y proyectados para el año 2055, a fin de pre-

decir el impacto del cambio climático sobre las áreas que resultan apropiadas para varios cultivos básicos y comerciales. La imagen resultante mostró la pérdida de áreas adecuadas en algunas regiones, con inclusión de varias partes del África Subsahariana, y ganancias en otras regiones. De todos los cultivos que se estudiaron, se predijo que 23 ganarían superficies apropiadas para la producción a nivel mundial, mientras que 20 perderían espacio. Otro estudio predijo tendencias similares,⁸⁴ incluidas la pérdida general de tierras apropiadas y de producción potencial de cultivos básicos de cereal en el África subsahariana. Es probable, por otra parte, que en varias naciones desarrolladas haya una expansión de las tierras cultivables apropiadas en latitudes más distantes de la línea ecuatorial.

La conservación *ex situ* se volverá cada vez más importante como red de seguridad para conservar los RFAA en peligro de extinción debido al cambio climático. Al mismo tiempo, la diversidad genética conservada en los bancos de genes se volverá cada vez más relevante para respaldar los esfuerzos de los fitomejoradores, mientras desarrollan variedades adaptadas a las nuevas condiciones. De modo similar, la conservación *in situ*, debido a su naturaleza dinámica, también se volverá más importante en el futuro como resultado del cambio climático. En los casos en que las poblaciones *in situ* de ESAC y variedades nativas puedan sobrevivir al cambio climático, su evolución bajo presión de selección climática creará poblaciones que no solo podrán ser importantes por sí mismas, sino que también tendrán la posibilidad de contribuir con nuevos caracteres para el mejoramiento genético de los cultivos.

2.4.2 Cambio de hábitat

La expansión de la agricultura misma, en gran parte debida a los efectos directos e indirectos de una población humana en crecimiento y cada vez más urbanizada, es una de las mayores amenazas para la conservación de la diversidad genética silvestre con importancia agrícola. La EM informó que la tierra cultivada cubre un cuarto de la superficie terrestre y que, mientras que las superficies cultivadas en América del Norte, Europa y China se estabilizaron desde 1950, esto no se cumple en otras partes del mundo. Otro 10-20 por ciento de tierra que actualmente es de pasturas o bosques se convertirá a la agricul-

tura para 2050. Algunos países, por ejemplo Argentina y el Estado Plurinacional de Bolivia, se refieren de modo específico a la expansión de la tierra dedicada a la agricultura como una amenaza importante para las ESAC.

2.4.3 Especies exóticas invasoras

La EM menciona a las especies exóticas invasoras, con inclusión de los organismos portadores de plagas y enfermedades, como una de las mayores amenazas para la biodiversidad. Si bien el problema puede ser particularmente grave en las islas pequeñas, varios países continentales, como Bosnia y Herzegovina, Eslovaquia, Nepal y Uganda también lo informaron como una amenaza para los RFAA silvestres. El problema se agravó en los últimos años debido al aumento del comercio y los viajes internacionales. Varios pequeños Estados insulares en desarrollo tienen que afrontar ahora enormes problemas de invasión biológica. Jamaica, Mauricio, las Islas Pitcairn, la Polinesia Francesa, Reunión, Santa Helena y Seychelles están entre los diez países más afectados sobre la base del porcentaje de su flora total que se encuentra amenazada.⁸⁵ Chipre informó que varias especies cultivadas son especies exóticas invasoras y que están teniendo efectos negativos sobre la biodiversidad local.

2.4.4 Reemplazo de las variedades tradicionales por variedades modernas

El reemplazo por parte de los agricultores de variedades tradicionales por otras nuevas y mejoradas se ha reconocido como un problema en más de 40 de los informes de países (ver Capítulo 1). Ecuador informó sobre este efecto en la región de la Sierra. Georgia, por ejemplo, mencionó el hecho de que las variedades locales de manzanas y otras frutas estaban siendo reemplazadas por variedades modernas introducidas desde el extranjero, y Pakistán informó que la disponibilidad de variedades de alto rendimiento de garbanzo, lenteja, frijol mungo y frijol urd produjo la pérdida de variedades locales de los campos de los agricultores. Jordania informó que cultivos como la almendra silvestre y los olivos históricos están amenazados debido al reemplazo por variedades nuevas.

2.5 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el Estado mundial

El Primer Informe resaltaba la necesidad de desarrollar: medidas de conservación específicas para las ESAC y las especies alimentarias silvestres, especialmente en áreas protegidas; sistemas de ordenación sostenible para pasturas, bosques y otros ecosistemas humanizados; y sistemas para la conservación y la utilización sostenible de las razas nativas o las variedades de cultivos tradicionales en los campos de los agricultores y en huertas familiares. Aunque hay evidencias claras de progresos durante la última década en el desarrollo de herramientas para apoyar la evaluación, conservación y manejo de los RFAA en la finca, es menos evidente que la conservación *in situ* de las especies silvestres afines a las cultivadas haya avanzado de modo significativo, en particular fuera de las áreas protegidas. Las principales tendencias y los desarrollos desde que se publicó el Primer Informe se resumen a continuación.

- Se realizó una gran cantidad de estudios e inventarios de RFAA.
- La conservación *in situ* de los RFAA (en especial las ESAC) en ecosistemas silvestres todavía ocurre, sobre todo en áreas protegidas. Se ha prestado menos atención a la conservación en otras partes. Hubo un aumento significativo en la cantidad y la superficie de áreas protegidas.
- Las ESAC recibieron mucha más atención. Se esbozó una estrategia global para la conservación y el uso de las ESAC; los protocolos para la conservación *in situ* de las ESAC ahora están disponibles y se estableció un nuevo Grupo de especialistas sobre ESAC dentro de la SSC-UICN.
- Aunque muchos países registraron un aumento en la cantidad de actividades de conservación *in situ* y en finca, no siempre estuvieron bien coordinadas.
- Hubo escaso progreso en el desarrollo de técnicas de ordenación sostenible para plantas cosechadas en ámbitos silvestres, que aún se suelen manejar siguiendo prácticas tradicionales.
- Durante la última década, ha habido un aumento en el uso de enfoques participativos y equipos de múltiples partes interesadas que implementan proyectos de conservación en la finca.

CAPÍTULO 2

- Se dispone de una serie de herramientas nuevas, especialmente en el campo de la genética molecular, y se han desarrollado materiales de formación para evaluar la diversidad genética en las explotaciones agrícolas.
- Se han implementado nuevos mecanismos legales que permiten a los agricultores comercializar variedades genéticamente diversas, junto con leyes que apoyan la comercialización de productos identificados geográficamente. Todo esto ha dado a los agricultores nuevos incentivos para que conserven y usen la diversidad genética de los cultivos locales en varios países.
- Se hicieron progresos importantes en la comprensión del valor de los sistemas de semillas locales y en el fortalecimiento de su función para mantener la diversidad genética en la finca.
- Hay evidencias de que se está prestando más atención a aumentar los niveles de diversidad genética dentro de los sistemas de producción, como medio para reducir el riesgo, en especial a la luz de los efectos previstos del cambio climático.

2.6 Deficiencias y necesidades

Un análisis de los informes de países, las consultas regionales y los estudios temáticos identificó una serie de deficiencias y necesidades para mejorar la conservación *in situ* y el manejo en finca de los RFAA. Si bien los principales problemas identificados en el Primer Informe se mantienen (falta de personal calificado, recursos financieros y políticas apropiadas), se identificaron también algunas nuevas necesidades.

- Los gobiernos deben finalizar y adoptar el borrador de estrategia global para la conservación de las ESAC como base para la acción.⁸⁶
- Se necesita fortalecer la capacidad que tienen los agricultores, las comunidades nativas y locales y sus organizaciones, así como también los extensionistas y otras partes interesadas para manejar de modo sensible la biodiversidad agrícola.
- Existe una necesidad de políticas, leyes y reglamentos más efectivas que gobiernen el manejo de los RFAA *in situ* y en finca, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas.
- Se requiere una colaboración y coordinación más estrechas, a nivel nacional e internacional, en particular entre los sectores agrícola y medioambiental.
- Existe la necesidad de que se desarrollen estrategias específicas para conservar los RFAA *in situ* y para manejar la diversidad de cultivos en la finca. Debe prestarse especial atención a la conservación de las ESAC en sus centros de origen, centros principales de diversidad y áreas críticas de biodiversidad.
- La participación de las comunidades locales resulta esencial en todo esfuerzo de conservación *in situ* o de manejo en finca, y los sistemas y prácticas de conocimiento tradicionales deben ser tomados en cuenta de modo integral. Debe fortalecerse la colaboración entre todas las partes interesadas en varios países.
- Existe la necesidad de desarrollar e implementar sistemas de alerta rápida para la erosión genética en todos los países.
- Se requieren medidas más fuertes en varios países para contrarrestar la amenaza de las especies exóticas invasoras.
- Se precisa una mayor capacidad de investigación en varias áreas, en particular, en la taxonomía de las ESAC y en la realización de inventarios y estudios usando las nuevas herramientas moleculares.
- Las necesidades de investigación específicas vinculadas al manejo en finca o a la conservación *in situ* de los RFAA incluyen, entre otras:
 - estudios sobre el grado y la naturaleza de las posibles amenazas para la diversidad existente en las fincas e *in situ*;
 - la necesidad de mejores inventarios y datos de caracterización de variedades nativas, ESAC y otras especies silvestres útiles, con inclusión de forrajeras, para orientar mejor las acciones de conservación *in situ*;
 - estudios sobre la biología reproductiva y las necesidades ecológicas de las ESAC y otras especies silvestres útiles;
 - estudios etnobotánicos y socioeconómicos, incluso el estudio del conocimiento indígena y local, para comprender mejor la función y los límites de las comunidades agrícolas en el manejo de los RFAA;
 - estudios sobre la efectividad de diferentes mecanismos para manejar la diversidad genética y sobre cómo mejorarlos;

- estudios sobre el equilibrio dinámico entre la conservación *in situ* y *ex situ*; qué combinación funciona mejor, dónde, en qué circunstancias y cómo se debe determinar y supervisar el equilibrio;
- estudios sobre los mecanismos, la extensión, la naturaleza y las consecuencias del flujo de genes entre las poblaciones silvestres y las cultivadas;
- investigación adicional para brindar información que respalde el desarrollo de políticas apropiadas para la conservación y el uso de la diversidad genética, con inclusión de la valoración económica de los RFAA.

Bibliografía

- Jarvis, D.I., Brown, A.H.D., Cuong, P.H., Collado-Panduro, L., Latournerie-Moreno, L., Gaywali, S., Tanto, T., Sawadogo, M., Mar, I., Sadiki, M., Hue, N.T.N., Arias-Reyes, L., Balma, D., Bajrachary, J., Castillo, F., Rijal, D., Belqadi, L., Rana, R., Saidi, S., Ouedraogo, J., Zangre, R., Rhrib, K., Chavez, J.L., Schoen, D.I., Sthapit, B.R., De Santis, P., Fadda, C. y Hodgkin, T.** 2008. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop variety diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Estados Unidos de América, 105: 5326-5331.
- Informes de países: Etiopía, Namibia, Noruega y Suiza.
- Maxted, N. y Kell, S. P.** 2009. *Establishment of a global network for the in situ conservation of crop wild relatives: status and needs*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, Roma, pág. 266.
- Informes de países: India, República Unida de Tanzania, Suecia y Viet Nam.
- Disponible en www.bdn.ch/cwr.
- Informes de países: Albania, Armenia, Benin, Bolivia (Estado Plurinacional de), Congo, Madagascar, Malasia, Malí, Marruecos, Senegal, Sri Lanka, Togo y Uzbekistán.
- Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), India, Madagascar, Sri Lanka, Tailandia y Uzbekistán.
- Informes de países: Egipto, Filipinas, Ghana, Malawi, Malí, Polonia, República Democrática Popular Lao, Togo y Zambia.
- Maxted, N., Guarino, L. y Shehadeh, A.** 2003. *In situ techniques for efficient genetic conservation and use: a case study for Lathyrus*. *Acta Horticulturae*, 623: 41-60.
- Informes de países: Israel, Portugal, Suiza y Turquía.
- Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), China, Guatemala, India, Madagascar, Sri Lanka, Uzbekistán y Viet Nam.
- UICN.** 2008. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Disponible en www.iucnredlist.org.
- Op. cit. Nota al pie 3.
- Disponible en http://www.bgci.org/plant_search.php.
- Kell, S.P., Knüpffer, H., Jury, S.L., Maxted, N. y Ford-Lloyd, B.V.** 2005. *Catalogue of crop wild relatives for Europe and the Mediterranean*. Universidad de Birmingham, Birmingham, Reino Unido. Disponible en línea en el PGR Forum Crop Wild Relative Information System (CWRIS), en <http://www.pgrforum.org/cwr/cwrinfo.asp> y en CD-ROM.
- Disponible en http://www.biodiversityinternational.org/networks/ecpgr/Contacts/ecpgr_PGR_NI_insonfarm_FP.asp.
- Informes de países: Albania, Armenia, Bangladesh, Chipre, Etiopía, Ghana, India, Islas Cook, Líbano, Namibia, República Democrática Popular Lao, Sri Lanka y Tailandia.

CAPÍTULO 2

- ¹⁸ Informes de países: Armenia, Etiopía, India, Malasia, Namibia, Portugal, Tailandia y Zambia.
- ¹⁹ Informes de países: Ghana, Islas Cook, Malasia, Omán, Sri Lanka y Tailandia.
- ²⁰ Informes de países: Azerbaiyán, Sri Lanka y Viet Nam.
- ²¹ **Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).** Informe 2008. Se ofrece un análisis regional de las tendencias en áreas protegidas.
- ²² Disponible en <http://www.cbd.int/countries/profile.shtml?country=mg#thematic>.
- ²³ **World Database on Protected Areas (WDPA)**, proyecto conjunto entre el PNUMA y la UICN, ordenado y alojado por PNUMA-Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (PNUMA-CMVC), 31 de enero de 2009. Para obtener más información, comuníquese con protectedareas@unep-wcmc.org.
- ²⁴ **Stolton, S., Maxted, N., Ford-Lloyd, B., Kell, S.P. y Dudley, N.** 2006. *Food stores: using protected areas to secure crop genetic diversity*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).
- ²⁵ **Laguna, E.** 2004. The plant micro-reserve initiative in the Valencian Community (Spain) and its use to conserve populations of crop wild relatives. *Crop Wild Relative*, 2: 10-13; **Meilleur, B. A. y Hodgkin, T.** 2004. *In situ* conservation of crop wild relatives. *Biodiversity and Conservation*, 13: 663-684.
- ²⁶ **Heywood, V. H. y Dulloo, M. E.** 2005. *In situ conservation of wild plant species, a critical global review of good practices*. Boletín técnico número 11. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) Roma; Op. cit. Notas al pie 3 y 25.
- ²⁷ Op. cit. Nota al pie 25.
- ²⁸ Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), China, Israel, Jordania, Líbano, Madagascar, Mauricio, Paraguay y Sri Lanka.
- ²⁹ Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), Costa Rica, Israel, Madagascar, Sri Lanka y Turquía.
- ³⁰ Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), Madagascar, Reino Unido, Sri Lanka y Uzbekistán.
- ³¹ Informes de países: Guatemala y México.
- ³² Informes de países: Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), Israel, Madagascar, México, Sri Lanka y Uzbekistán.
- ³³ Op. cit. Nota al pie 25.
- ³⁴ **Gole, T.W., Denich, M., Teketay, D. y Vlek, P.L.G.** 2002. Human impacts on the *Coffea arabica* gene pool in Ethiopia and the need for its *in situ* conservation. En: Engels, J. M. M. Ramanatha Rao, V., Brown, A. y Jackson, M. (redactores). *Managing Plant Genetic Diversity*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, e IPGRI, Roma, págs. 237-247.
- ³⁵ **Azurdia, C.** 2004. *Priorización de la diversidad biológica de Guatemala en riesgo potencial por la introducción y manipulación de organismos vivos modificados*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Guatemala. Documento técnico N.º 14 (03-2004), pág. 107; **Azurdia, C.** 2005. *Phaseolus* en Guatemala: especies silvestres, genética de poblaciones, diversidad molecular y conservación *in situ*. En: La agrobiodiversidad y su conservación *in situ*: CONAP (editor). Un reto para el desarrollo sostenible. Guatemala, págs. 35-78.
- ³⁶ Informe de países: Bangladesh, China, Filipinas, India, Indonesia, Malaysia, Nepal, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam.
- ³⁷ Informe de país: India.
- ³⁸ **Hanelt, P.** 1997. European wild relatives of *Prunus* fruit crops. En: Valdés, B., Heywood, V.H., Raimondo, F.M. and Zohary D. (redactores). *Conservation of the Wild Relatives of European Cultivated Plants. Bocconea*, 7: 401-408.

- ³⁹ **Zohary, D.** 1997. Wild apples and pears. *En*: Valdés, B. Heywood, V.H., Raimondo, F.M. and Zohary, D. (redactores). Conservation of the Wild Relatives of European Cultivated Plants. *Boccone*, 7: 409–416.
- ⁴⁰ Disponible en www.pgrforum.org.
- ⁴¹ **Ford-Lloyd, B., Kell, S.P. y Maxted, N.** 2006. Crop wild relatives: a vital resource for securing our future. *Seed News*, 46: 9; Iriondo, J., Maxted, N. y Dulloo, M. E. (redactores) 2008. *Conserving Plant Genetic Diversity in Protected Areas*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, pág. 212.
- ⁴² Op. cit. Nota al pie 25.
- ⁴³ **Jarvis, A., Ferguson, M.E., Williams, D.E., Guarino, L., Jones, P.G., Stalker, H.T., Valls, J.F.M., Pittman, R.N., Simpson, C.E. y Bramel, P.** 2003. Biogeography of wild *Arachis*: assessing conservation status and setting future priorities. *Crop Science*, 43(3): 1100-1108.
- ⁴⁴ **Putz, F.E., Redford, K.H., Robinson, J.G., Fimbel, R. y Blate, G.** 2000. *Biodiversity conservation in the context of tropical forest management*. The World Bank Environment Department, Biodiversity Series - Impact Studies Paper 75. Washington, DC. Banco Mundial.
- ⁴⁵ Op. cit. Notas al pie 3 y 25.
- ⁴⁶ **Maxted, N. y Kell, S. P.** 2007. *Plant genetic resources of grassland and forage species*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, Documento de antecedentes 40. Junio de 2007. Roma.
- ⁴⁷ **Laguna, E.** 1999. The plant micro-reserves programme in the region of Valencia, Spain. *En*: Synge, H., Ackroyd, J. (redactores) Second European Conference on the Conservation of Wild Plants. *Proceedings Planta Europea* 1998, págs. 181-185. The Swedish Threatened Species Unit and Plantlife, Uppsala y Londres. **Serra, L., Perez-Rovira, P., Deltoro, V.I., Fabregat, C., Laguna, E. y Perez-Botella, J.** 2004. Distribution, status and conservation of rare relict plant species in the Valencian community. *Boccone*, 16(2): 857-863.
- ⁴⁸ Informe de país: Suiza.
- ⁴⁹ Op. cit. Nota al pie 3.
- ⁵⁰ Disponible en www.schutzaecker.de.
- ⁵¹ **Al-Atawneh, N., Amri, A., Assi, R. y Maxted, N.** 2008. Management plans for promoting in situ conservation of local agrobiodiversity in the west Asia centre of plant diversity. *En*: Maxted, N., Ford-Lloyd, V., Kell, S.P., Iriondo, J., Dulloo, E. y Turok, J. (redactores). Crop wild relative conservation and use. CAB International, Wallingford, Reino Unido, págs. 38-361.
- ⁵² Op. cit. Nota al pie 3.
- ⁵³ Op. cit. Nota al pie 3.
- ⁵⁴ **Heywood, V. H., Kell, S. P. y Maxted, N.** (redactores). 2007. *Draft Global Strategy for Crop Wild Relative Conservation and Use*, Reino Unido, Universidad de Birmingham. Disponible en http://www.pgrforum.org/Documents/Conference/Global_CWR_Strategy_DRAFT_11_04_07.pdf.
- ⁵⁵ **Smale, M.** (redactor). 2006. *Valuing crop biodiversity: on-farm genetic resources and economic change*. CAB International, Wallingford, Reino Unido; **Sthapit, B., Rana, R., Eyzaquirre, P. y Jarvis, D.I.** 2008. The value of plant genetic diversity to resource-poor farmers in Nepal and Viet Nam. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 6(2): 148–166.
- ⁵⁶ **Jarvis, D. I., Myer, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, M., Brown, A.H.D., Sadiki, M., Sthapit, B.R. y Hodgkin, T.** 2000: A training guide for in situ conservation on farm. Versión 1. IPGRI, Roma; Bioversity International. 2008. *Manuel de formation des formateurs sur les champs de diversité*. Bioversity International, Roma. pág. 244.
- ⁵⁷ **Bezançon, G., Pham, J.L., Deu, M., Vigouroux, Y., Sagnard, F., Mariac, C., Kapran, I., Mamadou,**

CAPÍTULO 2

- A., Gerard, B., Ndjeunga, J. y Chantereau, J.** 2009. Changes on the diversity and geographic distribution of cultivated millet (*Pennisetum* (L.) R.Br.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Noger between 1976 and 2003. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 223-236.
- ⁵⁸ **Grum, M., Gyasi, E.A., Osei, C. y Kranjac-Berisavljevic, G.** 2003. *Evaluation of best practices for landrace conservation: farmer evaluation*. Bioversity International, Roma, pág. 20.
- ⁵⁹ **Cleveland, A. D., Soleri, D. y Smith, S. E.** 2000. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. *Economic Botany*, 54(3): 377-394.
- ⁶⁰ **Leiva, J.M., Azurdia, C., Ovando, W., Lopez, E. y Ayala, H.** 2002: Contribution of home gardens to *in situ* conservation in traditional farming systems – Guatemalan component. *En*: Watson, J. W. y Eyzaguirre, P. (redactores). Home gardens and *in situ* conservation of plant genetic resources in farming systems. Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop, 17-19 de julio de 2001, República Federal de Alemania, Witzenhausen, págs. 56-72.
- ⁶¹ **Bailey, A.R., Maggioni, L. y Eyzaguirre, P.** (redactores). 2009. *Crop genetic resources in European home gardens*. Actas de un taller, 3-4 de octubre de 2007, Liubliana. Bioversity International, Roma (en prensa); **Vetelainen, M., Negri, V. y Maxted, N.** 2009. *European landrace conservation, management and use*. Boletín técnico, págs. 1-238. Bioversity International, Roma.
- ⁶² Informe de país: República Unida de Tanzania.
- ⁶³ **Riesco, A.** 2002. Annual Report for the Project: Strengthening the scientific basis of *in situ* conservation of agricultural biodiversity: Peru Country Component. IPGRI, Roma.
- ⁶⁴ **Balma, D., Ouedraogo, T. J. y Sawadogo, M.** 2005. On farm seed systems and crop genetic diversity. *En*: Jarvis, D.I. Sevilla-Panizo, R., Chavez-Servia, J.L. and Hodgkin, T. (redactores). *Seed Systems and Crop Genetic Diversity On Farm*, pág. 51-55. Actas de un taller, 16-20 de septiembre de 2003, Pucallpa, Perú. IPGRI, Roma.
- ⁶⁵ Informes de países: Brasil, Etiopía, India, Kenia, Nepal, Tailandia y Zimbabwe.
- ⁶⁶ **Prescott-Allen, R. y Prescott-Allen, C.** 1988. *Genes from the wild using wild genetic resources for food and raw materials*. Earthscan Publications Limited. Londres.
- ⁶⁷ **Jarvis, D.I. y Hodgkin, T.** 1999. Wild relatives and crop cultivars: detecting natural introgression and farmer selection of new genetic combinations in agro-ecosystems. *Molecular Ecology*, 9(8): 59-173; **Quiros, C.F., Ortega, R., Van Raamsdonk, L., Herrera-Montoya, M., Cisneros, P., Schmidt, E. y Brush, S.B.** 1992. Amplification of potato genetic resources in their centre of diversity: the role of natural outcrossing and selection by the Andean farmer. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 39: 107-113.
- ⁶⁸ **Dansi, A., Adoukonou, H., Moutaïrou, K., Daïnou, O. y Sessou, P.** 2001. The cultivated yams (*Dioscorea cayenensis/Dioscorea rotundata* Complex) and their wild relatives in Benin Republic: diversity, evolutionary dynamic and *in situ* conservation. *En*: Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Acta de un simposio internacional, 8-10 de noviembre de 2001. Montreal, Canadá. Disponible en <http://www.unu.edu/env/plec/cbd/Montreal/abstracts/Dansi.pdf>.
- ⁶⁹ **Baltazar, B.M., Sánchez-Gonzalez, J. de J., de la Cruz-Larios, L. y Schoper, J.B.** 2005. Pollination between maize and teosinte: an important determinant of gene flow in Mexico. *Theor. Appl. Genet.*, 110(3): 519-526.
- ⁷⁰ **Mariac, C., Robert, T., Allinne, C., Remigereau, M.S., Luxereau, A., Tidjani, M., Seyni, O., Bezançon, G., Pham, J.L. y Sarr, A.** 2006. Genetic diversity and gene flow among pearl millet crop/weed complex: a case study. *Theor. Appl. Genet.*, 113(6): 1003-1014.

- ⁷¹ **Duwayri, M., Hussein, M., Monther, S., Kaffawin, O., Amri, A. y Nachit, M.** 2007. Use of SSR molecular technique for characterizing naturally occurring hybrids of durum with wild wheat. *Jordan Journal of Agricultural Science*, 3(4): 233-244.
- ⁷² **Guo, H., Padoch, C., Fu, Y., Dao, Z. y Coffey, K.** 2000. Household level agrobiodiversity assessment. *PLEC News and Views*, 16: 28-33; **Subedi, A., Chaudhary, P., Baniya, B., Rana, R., Tiwari, R.K., Rijal, D., Jarvis, D.I. y Sthapit, B.R.** 2003: Who maintains genetic diversity and how? Policy implications for agrobiodiversity management. *En:* Gauchan, D., Sthapit, B. R. y Jarvis, D. I. (redactores). *Agrobiodiversity conservation on farm: Nepal's contribution to a scientific basis for policy recommendations*. IPGRI, Roma.
- ⁷³ **Smale, M.** 2006. *Valuing crop biodiversity: on-farm genetic resources and economic change*. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- ⁷⁴ Disponible en http://www.ecpgr.cgiar.org/Networks/Insitu_onfarm/OnfarmTF_intro.htm.
- ⁷⁵ **Gauchan, D., Smale, M. y Chaudhary, P.** 2003. *Market based incentives for conserving diversity on farms: The case of rice landraces in central Terai, Nepal*. Documento presentado en el cuarto taller Biocon, 28 y 29 de agosto de 2003, Venecia, Italia.
- ⁷⁶ Regional Synthesis of Status of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture for Latin America and the Caribbean 2009.
- ⁷⁷ **Rijal, D., Rana, R., Subedi, A. y Sthapit, B.R.** 2000. Adding value to landraces: Community-based approaches for in situ conservation of plant genetic resources in Nepal. *En:* Friis-Hansen, E. y Sthapit, B. (redactores). *Participatory approaches to the conservation and use of plant genetic resources*. IPGRI, Roma, págs. 166-172.
- ⁷⁸ **Sthapit, B.R., Rijal, D., Nguyen Ngoc, D. y Jarvis, D.I.** 2002. A role of diversity fairs. *En:* Conservation and sustainable use of agricultural biodiversity: A sourcebook CIP-UPWARD/IPGRI.
- ⁷⁹ **Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.** 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. Washington, DC, Instituto de Recursos Mundiales.
- ⁸⁰ Informes de países: Armenia, Chipre, Egipto, Eslovaquia, Grecia, Indonesia, República Popular Democrática Lao, República Unida de Tanzania, Rumania y Zambia.
- ⁸¹ Disponible en www.ipcc.ch.
- ⁸² **Dulloo, M.E., Labokas, J., Iriondo, J.M., Maxted, N., Lane, A., Laguna, E., Jarvis, A. y Kell, S.P.** 2008. Genetic reserve location and design. *En:* Iriondo, J., Maxted, N. y Dulloo, M. E. (redactores). *Conserving plant genetic diversity in protected areas*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, págs. 23-64.
- ⁸³ **Jarvis, A., Upadhyaya, H., Gowda, C.L.L., Aggerwal, P.K. y Fujisaka, S.** 2008. *Climate change and its effect on conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture and associated biodiversity for food security*. Informe a ICRISAT/FAO.
- ⁸⁴ **Fischer, G., Shah, M. y van Velthuis, H.** 2002. Impacts of climate on agro-ecology. Capítulo 3. *En:* Climate change and agricultural vulnerability. Informe del Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados. Aporte a la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002.
- ⁸⁵ **Walter, K. S. y Gillett, H. J.** 1998. *Lista Roja de Plantas Amenazadas 1997*. Compilada por el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. IUCN Ixiv, pág. 862.
- ⁸⁶ **Heywood, V. H., Kell, S. P. y Maxted, N.** 2007. *Draft global strategy for crop wild relative conservation and use*. Reino Unido, Universidad de Birmingham. Disponible en http://www.pgrforum.org/Documents/Conference/Global_CWR_Strategy_DRAFT_11-04-07.pdf.



Capítulo 3

El estado de la
conservación *ex situ*

3.1 Introducción

La conservación *ex situ* sigue siendo el medio más significativo y generalizado para conservar los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA). La mayor parte de las muestras se mantienen en instalaciones especializadas, conocidas como bancos de genes, a cargo de instituciones públicas o privadas que actúan independientemente o en red junto con otras instituciones. Los RFAA pueden conservarse como semillas en almacenes refrigerados diseñados especialmente o, en el caso de los cultivos de multiplicación vegetativa y de las semillas recalcitrantes, como plantas cultivadas a la intemperie, en bancos de genes de campo. En algunos casos, muestras de tejido se conservan *in vitro* o en condiciones criogénicas, y unas pocas especies se conservan como polen o embriones. Cada vez más, los investigadores también tienen en cuenta las implicancias de la conservación al almacenar muestras de ADN o información electrónica de la secuencia del ADN (ver Sección 3.4.6).

Luego de haber presentado una visión general del estado de los bancos de genes alrededor del mundo, este capítulo aborda distintos aspectos de la conservación *ex situ*: la recolección, los tipos de colecciones, la seguridad del germoplasma conservado, la regeneración, la caracterización y la documentación, las transferencias de germoplasma y los jardines botánicos. Finaliza con un breve panorama de los cambios ocurridos desde la publicación del Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* y una evaluación de las deficiencias y las necesidades para el futuro.

3.2 Visión general de los bancos de genes

Actualmente existen más de 1 750 bancos de genes en el mundo, de los cuales unos 130 poseen más de 10 000 muestras cada uno. También, existen importantes colecciones *ex situ* en jardines botánicos, de los cuales hay más de 2 500 en todo el planeta. Los bancos de genes se encuentran en todos los continentes, pero existen relativamente menos en África, en comparación con el resto del mundo. Entre las colecciones más extensas, están aquellas que se han conformado durante más de 35 años gracias al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Interna-

cional (GICAI), y que se encuentran en fideicomiso para el beneficio de la comunidad global. En 1994, los centros GICAI celebraron acuerdos con la FAO e incorporaron sus colecciones a la Red Internacional de Colecciones *ex situ*. Estas se incorporaron al Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) (ver Capítulo 7).

De acuerdo con las cifras del Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos (WIEWS)¹ y los informes de países, se estima que actualmente se conservan alrededor de 7,4 millones de ejemplares a nivel mundial, 1,4 millones más que lo indicado en el Primer Informe. Varios análisis sugieren que entre un 25 y un 30 por ciento de las existencias totales (o entre 1,9 y 2,2 millones de muestras) son distintas, mientras que el resto se trata de duplicados conservados o bien en la misma colección o, con mayor frecuencia, en otra.

El germoplasma de los cultivos enumerados en el Anexo I del TIRFAA se conserva en más de 1 240 bancos de genes a nivel mundial y asciende, en total, a alrededor de 4,6 millones de muestras. De todas estas, aproximadamente el 51 por ciento se conserva en más de 800 bancos de genes de partes contratantes del TIRFAA, y el 13 por ciento se almacena en colecciones de centros GICAI. Del total de 7,4 millones de muestras, los bancos nacionales de genes de los gobiernos conservan cerca de 6,6 millones, el 45 por ciento de los cuales pertenece solo a siete países,² menos de los 12 países indicados en 1996. Esta creciente concentración del germoplasma *ex situ* en una menor cantidad de países y centros de investigación pone de manifiesto la importancia de mecanismos que garanticen un acceso facilitado, tal como el del sistema multilateral (MLS) del TIRFAA.

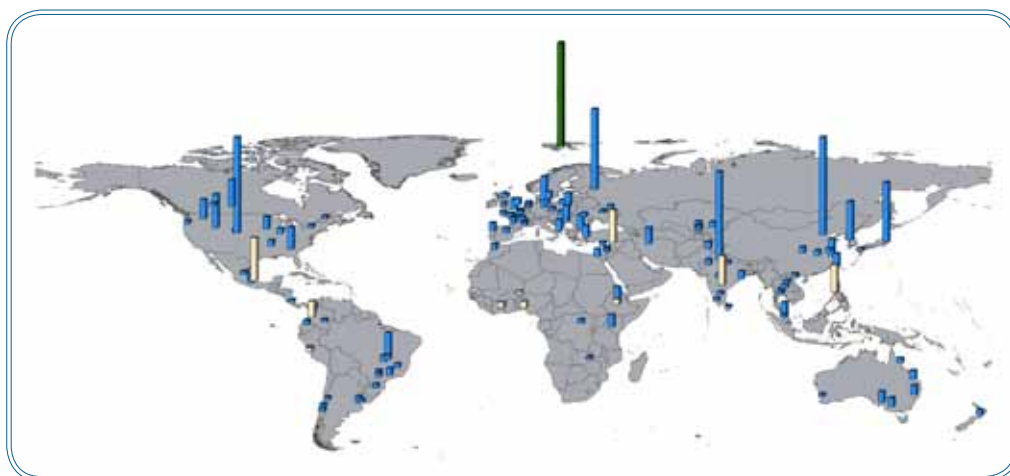
La distribución geográfica de las muestras almacenadas en los bancos de genes y de las muestras de seguridad en el Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV) se resume en la Figura 3.1 y el Cuadro 3.1.

3.3 Recolección

Según los informes de países, las tendencias presentadas en el Primer Informe, al parecer, se han mantenido, en lo que respecta a una menor recolección de germoplasma a nivel internacional, una mayor recolección nacional y un mayor reconocimiento de las especies silvestres afines a las plantas cultivadas (ESAC). De acuerdo con los informes

CAPÍTULO 3

FIGURA 3.1
Distribución geográfica de los bancos de genes con tenencias mayores a 10 000 muestras (bancos de genes nacionales y regionales en azul; bancos de genes de los centros GICAI en beige; SGSV en verde)⁵



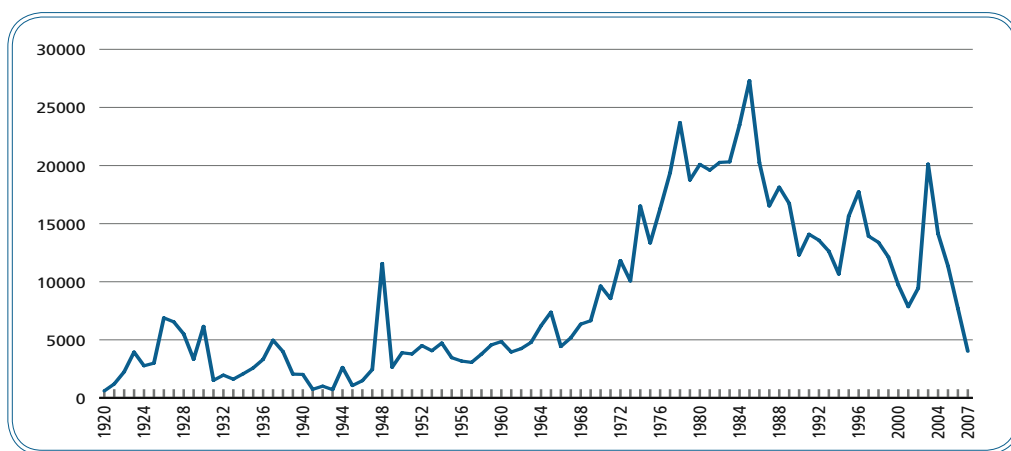
Fuente: WIEWS 2009; informes de países; USDA-GRIN 2009.

CUADRO 3.1
Distribución regional y subregional de las muestras almacenadas en los bancos nacionales de genes (se excluyen los bancos de genes internacionales y regionales)

Región ⁶	Subregión	Cantidad de muestras
África	África oriental	145 644
África	África central	20 277
África	África occidental	113 021
África	África austral	70 650
África	Islas del Océano Índico	4 604
Américas	América del Sur	687 012
Américas	América central y México	303 021
Américas	Caribe	33 115
Américas	América del Norte	708 107
Asia y el Pacífico	Asia oriental	1 036 946
Asia y el Pacífico	Pacífico	252 455
Asia y el Pacífico	Asia meridional	714 562
Asia y el Pacífico	Asia sudoriental	290 097
Europa	Europa	1 725 315
Cercano Oriente	Sur/Este del Mediterráneo	141 015
Cercano Oriente	Asia central	153 849
Cercano Oriente	Asia occidental	165 930

Fuente: WIEWS 2009 e informes de países.

FIGURA 3.2
Cantidad de muestras recolectadas anualmente desde 1920 y almacenadas en bancos de genes seleccionados, con inclusión de aquellas de los centros GCIAI



Fuente: 31 bancos de genes del NPGS del USDA (fuente: GRIN, 2008); 234 bancos de genes de Europa (fuente: EURISCO, 2008); 12 bancos de genes de la SADC (fuente: SDIS, 2007); NGBK (Kenya) (fuente: dir. info., 2008); INIAP/Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF) (Ecuador) (fuente: dir. info., 2008); NBPGR (India) (fuente: dir. info., 2008); IIRRI, ICARDA, ICRISAT y AVRDC (fuente: dir. info., 2008); CIP, CIMMYT, ICRAF, IITA, ILRI y WARDA (fuente: SINGER, 2008).

de países y las bases de datos en línea, se han recolectado e incorporado a los bancos de genes *ex situ* más de 240 000 muestras nuevas en el período 1996-2007.³ La gran mayoría de la misiones recogieron germoplasma de interés nacional directo, particularmente cultivares obsoletos, variedades nativas y especies silvestres afines. Los cereales, las leguminosas alimenticias y las forrajeras fueron los principales grupos de cultivos enfocados. La cantidad de muestras recogidas todos los años desde 1920 y almacenadas en bancos de genes seleccionados,⁴ con inclusión de los centros GCIAI, se ilustra en la Figura 3.2. Hubo un incremento gradual en el índice anual de recolección entre 1920 y fines de la década de 1960, y un rápido aumento desde entonces hasta mediados de la década de 1980. A partir de ese momento, los índices de recolección se han reducido de modo paulatino, mientras que la recolección de los centros GCIAI se ha estabilizado desde comienzos del año 2000.⁷

La Figura 3.3 indica el tipo de muestras recogidas por los bancos de genes seleccionados durante dos períodos, 1984-1995 y 1996-2007, mientras que la Figura 3.4 presenta los tipos de cultivos recolectados durante el período más reciente, 1996-2007.

3.3.1 Situación de las regiones

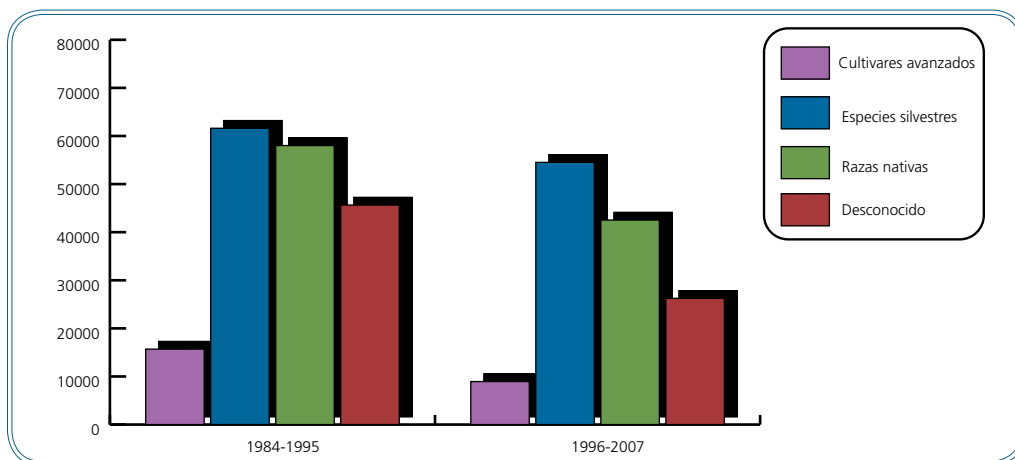
La mayor parte de las misiones de recolección durante los últimos diez años se ha desarrollado dentro de los países, y se ha dirigido principalmente a cubrir las deficiencias en las colecciones o a recolectar germoplasma perdido durante la conservación *ex situ*. En virtud de los cambios relativos a la utilización de la tierra y a una mayor degradación ambiental en muchas partes del mundo, se ha percibido la necesidad de recolectar material para la conservación *ex situ* que, de otra manera, se habría conservado *in situ*. La preocupación sobre los efectos del inminente cambio climático también ha orientado una parte de la recolección de germoplasma hacia caracteres específicos, como la tolerancia a la sequía y al calor.⁸

África

Numerosas naciones africanas han informado sobre misiones de recolección en los últimos años, lo que derivó en más de 35 000 nuevas muestras. A partir de 1995, se han recolectado e incorporado a la colección del Banco Nacional de Genes de Kenya más de 4 000 muestras de 650

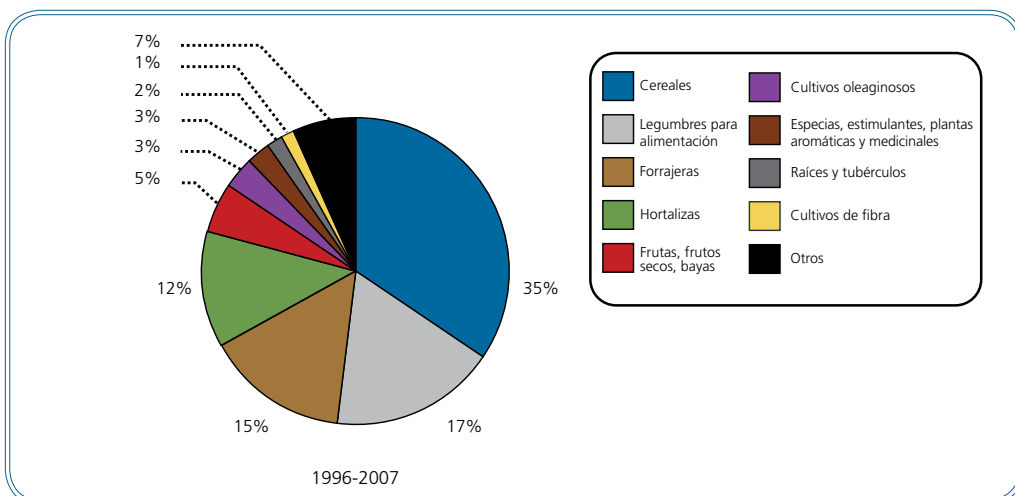
CAPÍTULO 3

FIGURA 3.3
Tipo de muestras recolectadas por los bancos de genes seleccionados durante dos períodos: 1984-1995 y 1996-2007



Fuente: bancos de genes del NPGS del USDA (fuente: GRIN, 2008); 234 bancos de genes de Europa (fuente: EURISCO, 2008); 12 bancos de genes de la SADC (fuente: SDIS, 2007); NGBK (Kenya) (fuente: dir. info., 2008); INIAP/DENAREF (Ecuador) (fuente: dir. info., 2008); NBPGR (India) (fuente: dir. info., 2008); IIRI, ICARDA, ICRISAT y AVRDC (fuente: dir. info., 2008); CIP, CIMMYT, ICRAF, IITA, ILRI y WARDA (fuente: SINGER, 2008).

FIGURA 3.4
Muestras recolectadas por los bancos de genes seleccionados durante el período 1996-2007, por grupo de cultivos



Fuente: 31 bancos de genes del NPGS del USDA (fuente: GRIN, 2008); 234 bancos de genes de Europa (fuente: EURISCO, 2008); 12 bancos de genes de la SADC (fuente: SDIS, 2007); NGBK (Kenya) (fuente: dir. info., 2008); INIAP/DENAREF (Ecuador) (fuente: dir. info., 2008); NBPGR (India) (fuente: dir. info., 2008); IIRI, ICARDA, ICRISAT y AVRDC (fuente: dir. info., 2008); CIP, CIMMYT, ICRAF, IITA, ILRI y WARDA (fuente: SINGER, 2008).

géneros. Una amplia gama de especies que comprenden cereales, plantas oleaginosas, frutas, raíces y tubérculos se recolectaron en Benin, y todos los informes de países de Angola, Camerún, Madagascar, La República Unida de Tanzania, Togo y Zambia registraron la recolección de germoplasma durante los últimos años. Se organizaron cinco misiones en Ghana, lo que resultó en cerca de 9 000 nuevos ejemplares de leguminosas, maíz, raíces, tubérculos, frutas y frutos secos. El mayor número de misiones se realizó en Namibia; 73 entre 1995 y 2008, para recolectar especies silvestres afines al arroz y hortalizas y leguminosas locales.

América

Las misiones de recolección de germoplasma conducidas en América del Sur durante la última década fueron 13 en Argentina, que rindieron más de 7 000 muestras de distintos cultivos como forrajeras, plantas decorativas y especies forestales; 18 en el Estado Plurinacional de Bolivia orientadas a cultivos de interés nacional como oca, quinua, frijoles y maíz; y cuatro en parte de Paraguay, a fin de recolectar maíz, pimientos y algodón. Chile realizó una cantidad no especificada de misiones, que resultaron en más de 1 000 nuevas muestras, y Uruguay también informó sobre recolecciones, principalmente de forrajeras. En total, se recolectaron cerca de 10 000 muestras en América del Sur. En América del Norte, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha recolectado desde 1996 ejemplares de más de 4 240 especies, provenientes de numerosos países. En total, se han recogido más de 22 150 muestras, de las cuales el 78 por ciento era de materiales silvestres. Los géneros con la mayor cantidad de muestras fueron: *Malus* (2 795), *Pisum* (1 405), *Poa* (832), *Cicer* (578), *Medicago* (527), *Glycine* (434), *Vicia* (426) y *Phaseolus* (413). Canadá ha recolectado ejemplares de especies silvestres afines y biodiversidad relativa a los cultivos autóctonos. En América Central y el Caribe, durante la última década, Cuba emprendió 37 misiones de recolección a nivel nacional; Dominica tres; y San Vicente y las Granadinas dos, principalmente para recolectar frutas, hortalizas y forrajeras. El Salvador, la República Dominicana y Trinidad y Tobago también informaron sobre recolección de germoplasma. En Guatemala se recolectaron, entre 1998 y 2008, más de 2 300 muestras de una amplia gama de cultivos, que incluyeron maíz, frijoles, pimientos y hortalizas. Sobre la base de los informes de países, se han reunido unas 2 600 muestras en América Central desde 1996.

Asia y el Pacífico

Muchos informes de países asiáticos enumeraron el emprendimiento de misiones de recolección de germoplasma desde la publicación del Primer Informe. En conjunto, ello resultó en más de 129 000 nuevas muestras. India condujo 78 misiones a nivel nacional y recolectó cerca de 86 500 nuevos ejemplares de 671 especies. Bangladesh incorporó alrededor de 13 000 muestras a su banco nacional de genes gracias a las misiones nacionales de recolección. Entre 1999 y 2007, Japón organizó 40 misiones de recolección en el extranjero (arroz y leguminosas) y 64 a nivel nacional (frutas, leguminosas, forrajeras, especias y cultivos industriales). Otros países asiáticos recolectaron materiales, aunque no han suministrado detalles. En el Pacífico, las Islas Cook, Fiji, Palau, Papua Nueva Guinea y Samoa indicaron que se están realizando misiones regulares de recolección de germoplasma para cultivos tradicionales, que incluyen bananas, frutos del árbol del pan, ñames, colocasias y cocos.

Europa

Numerosos países europeos informaron haber recolectado germoplasma durante los últimos diez años, cuya mayor parte se reunió a nivel nacional o desde los países cercanos. En total, se recolectaron más de 51 000 muestras. Hungría informó haber realizado entre 50 y 100 misiones nacionales que reunieron varios miles de nuevos ejemplares de cereales, leguminosas y hortalizas; Finlandia mencionó cuatro misiones en la región nórdica, que resultaron en 136 nuevas muestras de cerezos alisos y alpeste; Rumania informó la realización de 36 misiones nacionales para recolectar cereales y leguminosas; y Eslovaquia condujo 33 misiones a nivel nacional y en los países vecinos, que resultaron en más de 6 500 variedades nativas y ESAC. Polonia organizó 13 misiones a nivel local, en Europa oriental y Asia central, que reunieron alrededor de 7 000 nuevos ejemplares, y Portugal recolectó más de 2 500 muestras en 42 misiones distintas.

Cercano Oriente

Se registró recolección a nivel nacional por parte de Egipto, Jordania y Marruecos; este último se concentró principalmente en árboles frutales y cereales. Se llevaron a cabo misiones en colaboración con el ICARDA y el Centro Internacional de Agricultura Biosalina (ICBA) en Omán, a fin de

CAPÍTULO 3

recoger cebada, forrajeras y variedades de pastura, y por parte de instituciones nacionales en Pakistán, la República Árabe Siria, la República Islámica del Irán, Tayikistán y Túnez, que se concentraron fundamentalmente en cereales y leguminosas. Las existencias de recursos fitogenéticos en el banco nacionales de genes de la República Islámica del Irán se han duplicado desde 1996 debido a las extensivas misiones de recolección realizadas en el país. Tanto Afganistán como Iraq, que durante los conflictos recientes perdieron cantidades considerables de germoplasma conservado, organizaron misiones de recolección a nivel nacional; Iraq se concentró en especies silvestres afines a los cereales, mientras que el objetivo primordial de Afganistán fueron los alimentos básicos, así como también las almendras, el pistacho y la granada. Se realizaron misiones de recolección en Kazajstán en 2000, 2003 y 2004, concentradas en cereales, cultivos forrajeros y plantas medicinales, y desde 2000, la recolección de ESAC se ha hecho todos los años. Azerbaiyán dirigió 55 misiones nacionales entre 1999 y 2006, que produjeron más de 1 300 nuevas muestras de una amplia variedad de cultivos. De acuerdo con los informes de países, se han recogido más de 14 000 ejemplares en la región durante la última década. Sin embargo, es probable que esta cifra no refleje por completo la cantidad total de muestras reunidas en casi 200 misiones de recolección realizadas por los países de la región respecto a las cuales no se han suministrado cifras.

3.4 Tipos y estado de las colecciones

Tanto los bancos de genes de semillas como los bancos de genes de campo difieren en la cobertura de sus especies, la extensión de la reserva genética de los cultivos que cubren, los tipos de muestras conservadas (ESAC, variedades nativas, líneas de mejoramiento, cultivares avanzados, etc.) y el origen del material. La gran mayoría de bancos de genes, sin embargo, conserva germoplasma de las principales especies de cultivos, de las que más dependen los seres humanos y el ganado para obtener alimentos y piensos.

3.4.1 Bancos internacionales y nacionales de genes

Once centros GICAI administran colecciones de germoplasma en nombre de la comunidad mundial. *Bioversity*

International, CIAT, CIMMYT, CIP, ICARDA, Centro Mundial de Agrosilvicultura (anteriormente ICRAF), ICRISAT, Instituto Internacional de Agricultura Tropical, Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias, INIBAP, IRRI y el Centro Africano del Arroz (antes WARDA). El total de las colecciones de CIMMYT, ICARDA, ICRISAT e IRRI comprenden más de 100 000 muestras cada una. En conjunto, los centros mantienen un total aproximado de 741 319 muestras de 3 446 variedades de 612 géneros distintos (ver Cuadro 1.1 del Capítulo 1).

Además, muchas otras instituciones internacionales y regionales conservan colecciones importantes, por ejemplo.

- El AVRDC conserva alrededor de 56 500 muestras de germoplasma de hortalizas.
- El Centro Nórdico de Recursos Genéticos (NordGen) conserva cerca de 28 000 ejemplares de 129 géneros de especies cultivadas.
- El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) tiene un total de más de 11 000 muestras de hortalizas, frutas, café y cacao.
- El Centro de Recursos Fitogenéticos (SPGRC) de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC) conserva más de 10 500 ejemplares de varios cultivos importantes para la agricultura africana.
- La *West Indies Central Sugarcane Breeding Station* (WICSBS) de Barbados conserva alrededor de 3 500 muestras.
- El banco de genes *International Cocoa Genebank* de Trinidad y Tobago (ICGT), en la Universidad de las Indias Occidentales, conserva aproximadamente 2 300 ejemplares.
- El Centro para los Cultivos y los Árboles del Pacífico (CePaCT) de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico mantiene colecciones de aproximadamente 1 500 muestras de distintos cultivos, incluyendo colocasias, ñames y boniatos.

Un acontecimiento muy significativo desde la publicación del Primer Informe ha sido la creación del SGSV. Si bien no se trata de un banco de genes en sentido estricto, el SGSV ofrece instalaciones seguras para el almacenamiento de muestras de seguridad de los ejemplares que hay en bancos de genes de todo el mundo (ver Sección 3.5).

En todo el planeta, gobiernos, universidades, jardines botánicos, ONG, compañías, agricultores y demás interesados de los sectores público y privado conservan recursos

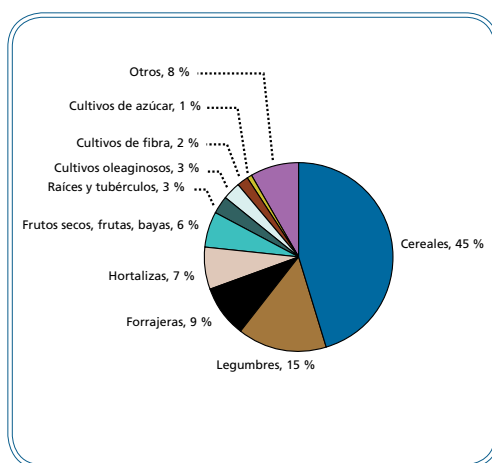
en bancos de genes a nivel local y nacional. Albergan una amplia gama de distintos tipos de colecciones: colecciones nacionales conservadas a largo plazo, colecciones de trabajo mantenidas a mediano o corto plazo, colecciones de material genético y otras. Los cuatro bancos nacionales de genes más importantes son los que se encuentran en el *Institute of Crop Germplasm Resources*, la Academia China de Agronomía (ICGR-CAAS) de China, el *National Center for Genetic Resources Preservation* de Estados Unidos de América,⁹ el *National Bureau of Plant Genetic Resources* (NBPGR) de India y el *N. I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry* (VIR) (ver Cuadro 1.2, Capítulo 1). También, existen bancos nacionales de genes que hospedan más de 100 000 muestras en Alemania, Brasil, Canadá, Japón y la República de Corea. El NPGS del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos trabaja con un sistema de conservación de germoplasma que establece una red entre 31 bancos de genes dentro del país y conserva más del setenta por ciento de las tenencias de germoplasma, lo que representa más del 50 por ciento de los géneros conservados en los bancos de genes a nivel mundial. El banco de genes de semillas *Millennium Seed Bank* es el más grande del mundo dedicado a la conservación de especies silvestres. Está dirigido por el Jardín Botánico Real de Kew, que también cuenta con colecciones vivas de envergadura, así como también un herbario y colecciones carpológicas.

3.4.2 Cobertura de las especies cultivadas

La información en la base de datos WIEWS indica que aproximadamente el 45 por ciento de todas las muestras de los bancos de genes mundiales son de cereales. Los informes de países lo confirman. Las leguminosas para alimentación constituyen el siguiente grupo más amplio y representan cerca del 15 por ciento de todos los ejemplares, mientras que las hortalizas, las frutas y los cultivos forrajeros, cada uno, representan entre el seis y el nueve por ciento del total de la cantidad de muestras conservadas *ex situ*. Las raíces y los tubérculos, al igual que los cultivos oleaginosos y de fibra, representan entre el dos y el tres por ciento del total (ver Figura 3.5). Estos porcentajes son muy similares a aquellos presentados en el Primer Informe.

Muchos países han informado aumentos en la cantidad de muestras conservadas en sus bancos de genes

FIGURA 3.5
Contribución de los principales grupos de cultivos al total de las colecciones *ex situ*



Fuente: 31 bancos de genes del NPGS del USDA (fuente: GRIN, 2008); 234 bancos de genes de Europa (fuente: EURISCO, 2008); 12 bancos de genes de la SADC (fuente: SDIS, 2007); NGBK (Kenya) (fuente: dir. info., 2008); INIAP/DENAREF (Ecuador) (fuente: dir. info., 2008); NBPGR (India) (fuente: dir. info., 2008); IIRI, ICARDA, ICRISAT y AVRDC (fuente: dir. info., 2008); CIP, CIMMYT, ICRAF, IITA, IIRI, WARDA (fuente: SINGER, 2008).

desde 1996, y en la base de datos WIEWS se encuentra información adicional disponible al respecto. Angola, por ejemplo, sumó más de 1 800 variedades nativas de más de 33 especies a su banco nacional de genes. La mayoría de los países de América del Sur registraron incrementos en sus existencias de germoplasma, muchas de las cuales ahora albergan más de un 50 por ciento adicional en comparación con las muestras conservadas en 1996.¹⁰ El único aumento significativo en cuanto a las existencias informado en América Central ocurrió en México, donde las tenencias totales aumentaron más del 160 por ciento desde la publicación del Primer Informe. En Asia, desde 1996, la cantidad de muestras almacenadas en la NBPGR, India, creció en un 137 por ciento, y Bangladesh incorporó más de 13 000 muestras a su colección nacional. Durante este período, las existencias en el banco nacional de genes de China aumentaron casi en 33 000 ejemplares. Dentro del Pacífico, al parecer, las existencias de Australia han aumentado de 123 000, al momento de la publicación del Primer Informe, a 212 545, actualmente. En Europa, Hungría incorporó más

CAPÍTULO 3

de 4 500 muestras en 1998, y entre 130 y más de 700 nuevas muestras al año desde entonces. España registró la incorporación de más de 24 000 nuevas muestras a su colección nacional durante los últimos diez años. Yemen duplicó la cantidad de muestras conservadas en sus bancos de genes de campo y agregó más de 4 000 ejemplares, especialmente de cereales y leguminosas, a su colección nacional.

A pesar de que el crecimiento general en la cantidad de muestras conservadas durante la última década es radical, debería tenerse en cuenta, sin embargo, que una proporción o incluso una gran parte de ello se debe, probablemente, a un aumento en la tasa de duplicaciones, tanto duplicaciones de seguridad planificadas como duplicaciones no planificadas redundantes de las muestras entre y dentro de las colecciones. Esto puede también ser un reflejo de una mejora en el manejo de datos y la generación de informes.

3.4.2.1 Cultivos principales

Los titulares de las colecciones *ex situ* más grandes de los principales cultivos seleccionados se enumeran en el Cuadro 3.2. El mayor número de muestras *ex situ* está compuesto por trigo, arroz, cebada y maíz, que representan el 77 por ciento del total de las existencias de cereales y pseudocereales. Otras grandes existencias de cereales incluyen sorgo (alrededor de 235 000 muestras) y mijo perla (más de 65 000 ejemplares). En algunos países tropicales, las raíces y los tubérculos, que comprenden la yuca, la patata, el ñame, el boniato y las aráceas, son más importantes como alimentos básicos que los cereales y, al ser más difíciles de conservar, los tamaños de las colecciones tienden a ser más reducidos. El CIP posee la colección de boniatos más grande del mundo (más de 6 400 muestras), así como también la tercera colección más extensa de patatas (que representa alrededor del ocho por ciento de las existencias totales a nivel mundial de cerca de 98 000 ejemplares), después de aquellas del Instituto Nacional de Investigación Agronómica (INRA) - Rennes (Francia) y de VIR (la Federación de Rusia). Otras colecciones importantes de *Solanum* se encuentran en la sucursal norte externa del *Department Genebank, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Oil Plants and Fodder Crops* (IPK) de Leibniz, Malchow, Alemania, y el USDA (Sturgeon Bay, Estados Unidos de América). La colección más extensa de yuca (más de 5 400 muestras) está en manos del CIAT, Colombia, segui-

da de las colecciones de la *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (Embrapa), Brasil, y el IITA, Nigeria.

Los bancos de genes de los centros GCIAl son, en general, los principales repositorios de germoplasma de los cultivos de su mandato. Por ejemplo: las colecciones principales de trigo (13 por ciento del total) y maíz (8 por ciento del total) del mundo están en el CIMMYT, y la de arroz (14 por ciento del total) se encuentra en el IRRI. El ICRIAT conserva una de las colecciones más grandes a nivel mundial de sorgo (16 por ciento), mijo perla (33 por ciento), garbanzo (20 por ciento) y cacahuete (12 por ciento). El ICARDA alberga las colecciones más grandes del mundo de lentejas (19 por ciento), habas (21 por ciento) y vezas (16 por ciento). El CIAT es el responsable de las colecciones más importantes del mundo de frijoles (14 por ciento) y yuca (17 por ciento).

China cuenta con la colección más extensa de germoplasma de soja (14 por ciento de las muestras mundiales). En cuanto a las frutas, las variedades de *Prunus* se encuentran en más de 69 000 muestras, con la inclusión de materiales de mejoramiento e investigación. En este sentido, el VIR de la Federación de Rusia conserva el 9 por ciento, mientras que el *Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per la Frutticoltura* (CRA-FRU) de Italia cuenta con el 3 por ciento del total. Las variedades de *Malus* y *Vitis* están representadas por las mayores cantidades de muestras en segundo y tercer puesto; las colecciones más grandes de *Malus* están en manos del USDA, Ginebra, Universidad de Cornell (12 por ciento); mientras que en el caso de las especies de *Vitis*, estas se encuentran en *INRA/Centre régional de la recherche agronomique de recherches viticoles* (ENSA-M), Francia, (9 por ciento), y el *Julius Kühn-Institut - Federal Research Centre for Cultivated Plants* (JKI), Alemania (6 por ciento). Después de la colección de *Musa* de *Bioversity International* conservada en el *International Transit Centre*, Leuven, las existencias de germoplasma de banano más importantes se encuentran en el *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement* (Cirad), Guadalupe, *Laloki Dry-lowlands Research Programme* (DLP), Laloki, Papua Nueva Guinea, y en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), Honduras. Entre las hortalizas, la mayor parte de las muestras son de tomates, seguidos de pimientos (*Capsicum* spp.). Las colecciones más grandes se encuentran en el AVRDC, que contiene aproximadamente el 10 por ciento del total de ambos cultivos. Otras colec-

ciones importantes de tomate se encuentran en el USDA, Ginebra, y el IPK, Alemania; y de *Capsicum* en el USDA, Griffin, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México.

Australia es el principal titular de germoplasma de leguminosas forrajeras, con un 30 por ciento de las existencias mundiales de *Medicago* en el *Australian Medicago Genetic Resource Centre* (AMGRC) y un 15 por ciento de las existencias mundiales de tréboles en el *Western Australian Department of Agriculture* (WADA). Las gramíneas forrajeras templadas más importantes comprenden *Festuca*, *Dactylis* y *Lolium* (alrededor de 92 000 muestras entre ellas). Algunas de las colecciones más extensas de estas se encuentran en Alemania, Japón y Polonia. Entre las gramíneas forrajeras tropicales, el *National Genebank of Kenya* del *Kenya Agricultural Research Institute* (KARI-NGBK) posee la colección más grande de *Cenchrus*, mientras que el CIAT y el ILRI juntos conservan la colección más extensa de *Brachiaria*. Entre los cultivos de semillas oleaginosas, el sésamo representa más de 50 000 muestras a nivel global y el girasol casi 40 000. Las colecciones más grandes y únicas de estas se encuentran en India (17 por ciento) y Serbia (14 por ciento), respectivamente.

El algodón es el cultivo de fibra más importante en términos de cantidad total de muestras conservadas, con casi 105 000 ejemplares en todo el planeta. De estos, el 11 por ciento se encuentra en Uzbekistán, en el *Uzbek Research Institute of Cotton Breeding and Seed Production* (UzRICBSP). Alrededor del 80 por ciento de las más de 70 000 muestras de caucho está en Malasia, en el *Malaysia Rubber Board* (MRB). Entre las principales bebidas, la colección más extensa de café se encuentra en Côte d'Ivoire (22 por ciento) y la de cacao está en manos del ICGT de la Universidad de las Indias Occidentales, en Trinidad y Tobago (19 por ciento).

3.4.2.2 Cultivos secundarios y afines silvestres

De acuerdo con los informes de países, desde 1995 ha habido un creciente interés en la recolección y la conservación de los cultivos secundarios, marginados e infrautilizados. En el caso del ñame, por ejemplo, la cantidad de muestras conservadas ha aumentado de 11 500 en 1995, a 15 900 en 2008; en el caso del bambara de 3 500 en 1995, a 6 100 en 2008. Este mayor interés por los cultivos secundarios refleja,

en parte, la creciente comprensión acerca de que muchos de ellos están en peligro debido al reemplazo por los principales cultivos o la desaparición de los entornos agrícolas en los que se cultivan. Del mismo modo, existe preocupación respecto a las ESAC cuyos hábitats naturales están en riesgo, en virtud de la incertidumbre por el cambio climático y la comprensión de que muchas ESAC podrían presentar caracteres, como la resistencia o la tolerancia a los factores adversos abióticos y bióticos, que podrían ser útiles para adaptar los cultivos a las condiciones cambiantes.

3.4.3 Tipos de material almacenado

Se conoce la naturaleza de las muestras (por ejemplo, si comprenden cultivares avanzados, líneas de mejoramiento, variedades nativas, especies silvestres afines, etc.) de aproximadamente la mitad del material conservado *ex situ*. De todas estas, alrededor del 17 por ciento son cultivares avanzados, el 22 por ciento son líneas en programas de mejoramiento, el 44 por ciento de variedades nativas y el 17 por ciento de especies silvestres o especies de malas hierbas.¹¹ Tal como muestra la Figura 3.6, la cantidad de ejemplares de variedades nativas, material de mejoramiento y especies silvestres conservados a nivel mundial ha aumentado desde la publicación del Primer Informe, lo que posiblemente refleja un interés mayor en garantizar dicho material antes de que se pierda, así como también para utilizarlo en programas de mejoramiento genético.

El Cuadro 3.3 presenta un desglose del tipo de muestras por grupos de cultivo. Los cultivos forrajeros e industriales muestran un porcentaje relativamente alto de los ejemplares de especies silvestres afines. Sucede lo inverso en el caso de los cultivos azucareros, la mayoría de los cuales están representados por cultivares avanzados.

3.4.4 Fuente de material en los bancos de genes

Alrededor del 55 por ciento de todas las muestras conservadas en bancos de genes a nivel mundial y de las cuales se conoce el país de origen, son autóctonas, es decir, la muestra se conserva en el país donde esta ha sido recolectada. El Cuadro 3.4 muestra la cantidad total de ejemplares y la proporción de germoplasma autóctono a nivel subregional.

El porcentaje de muestras autóctonas es mayor en África austral, Asia occidental y Asia meridional, mientras que es

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.2

Titulares de las seis colecciones *ex situ* más grandes de cultivos seleccionados

Género (cultivo)	Muestras totales en el mundo	Escala de los principales titulares			
		1	%	2	%
<i>Triticum</i> (trigo)	856 168	CIMMYT	13	NSGC (USA029)	7
<i>Oryza</i> (arroz)	773 948	IRRI	14	NBPGR (IND001)	11
<i>Hordeum</i> (cebada)	466 531	PGRC (CAN004)	9	NSGC (USA029)	6
<i>Zea</i> (maíz)	327 932	CIMMYT	8	BPGV-DRAEDM (PRT001)	7
<i>Phaseolus</i> (frijol)	261 963	CIAT	14	W6 (USA022)	6
<i>Sorghum</i> (sorgo)	235 688	ICRISAT	16	S9 (USA016)	15
<i>Glycine</i> (soja)	229 944	ICGR-CAAS (CHN001)	14	SOY (USA033)	9
<i>Avena</i> (avena)	130 653	PGRC (CAN004)	21	NSGC (USA029)	16
<i>Arachis</i> (cacahuete)	128 435	ICRISAT	12	NBPGR (IND001)	10
<i>Gossypium</i> (algodón)	104 780	UZRICBSP (UZB036)	11	COT (USA049)	9
<i>Cicer</i> (garbanzo)	98 313	ICRISAT	20	NBPGR (IND001)	15
<i>Solanum</i> (patata)	98 285	INRA-RENNES (FRA179)	11	VIR (RUS001)	9
<i>Pisum</i> (guisante)	94 001	ATFCC (AUS039)	8	VIR (RUS001)	7
<i>Medicago</i> (alfalfa)	91 922	AMGRC (AUS006)	30	UZRICBSP (UZB036)	11
<i>Lycopersicon</i> (tomate)	83 720	AVRDC	9	NE9 (USA003)	8
<i>Trifolium</i> (trébol)	74 158	WARDA (AUS137)	15	AGRESEARCH (NZL001)	9
<i>Hevea</i> (caucho)	73 656	MRB (MYS111)	81	RRII (IND031)	6
<i>Capsicum</i> (chile seco)	73 518	AVRDC	11	S9 (USA016)	6
<i>Prunus</i> (ciruela)	69 497	VIR (RUS001)	9	UNMIHT (USA276)	9
<i>Pennisetum</i> (mijo perla)	65 447	ICRISAT	33	CNPMS (BRA001)	11
<i>Vigna</i> (caupi)	65 323	IITA	24	S9 (USA016)	12
<i>Malus</i> (manzana)	59 922	GEN (USA167)	12	VIR (RUS001)	6
<i>Vitis</i> (uva)	59 607	INRA/ENSA-M (FRA139)	9	JKI (DEU098)	6
<i>Lens</i> (lenteja)	58 405	ICARDA	19	NBPGR (IND001)	17
<i>Vicia</i> (haba)	43 695	ICARDA	21	ICGR-CAAS (CHN001)	10
<i>Saccharum</i> (caña de azúcar)	41 128	CTC (BRA189)	12	INICA (CUB041)	9
<i>Aegilops</i> (trigo)	40 926	ICCI-TELAVUN (ISR003)	22	ICARDA	9
<i>Cucurbita</i> (calabaza)	39 583	VIR (RUS001)	15	CATIE	7
<i>Helianthus</i> (girasol)	39 380	IFVCNS (SRB002)	14	NC7 (USA020)	9
<i>x Triticosecale</i> (trigo)	37 440	CIMMYT	46	VIR (RUS001)	5
<i>Ipomoea</i> (boniato)	35 478	CIP	18	NIAS (JPN003)	16
<i>Festuca</i> (festuca)	33 008	IHAR (POL003)	14	NIAS (JPN003)	13

CUADRO 3.2 (continuación)
Titulares de las seis colecciones *ex situ* más grandes de cultivos seleccionados

Escala de los principales titulares							
3	%	4	%	5	%	6	%
ICGR-CAAS (CHN001)	5	NBPGR (IND001)	4	ICARDA	4	(VARIOS)	4
CNRRRI (CHN121)	9	NIAS (JPN003)	6	RDAGB-GRD (KOR011)	3	DB NRRC (USA970)	3
CENARGEN (BRA003)	6	ICARDA	6	NIAS (JPN003)	5	IPK (DEU146)	5
NC7 (USA020)	6	ICGR-CAAS (CHN001)	6	INIFAP (MEX008)	4	VIR (RUS001)	3
CNPAF (BRA008)	6	INIFAP (MEX008)	5	IPK (DEU146)	3	ICGR-CAAS (CHN001)	3
ICGR-CAAS (CHN001)	8	NBPGR (IND001)	7	IBC (ETH085)	4	CNPMS (BRA001)	3
RDAGB-GRD (R011)	8	AVRDC	7	CNPSO (BRA014)	5	NIAS (JPN003)	5
VIR (RUS001)	9	IPK (DEU146)	4	KARI-NGBK (KEN015)	3	TAMAWC (AUS003)	3
S9 (USA016)	8	UNSE-INSIMA (ARG1342)	6	ICRISAT (NER047)	6	ICGR-CAAS (CHN001)	5
CICR (IND512)	9	ICGR-CAAS (CHN001)	7	VIR (RUS001)	6	IRCT-CIRAD (FRA002)	4
ICARDA	13	ATFCC (AUS039)	9	W6 (USA022)	6	NPGBI-SPII (IRN029)	6
CIP	8	IPK (DEU159)	5	NR6 (USA004)	5	NIAS (JPN003)	3
ICARDA	7	IPK (DEU146)	6	W6 (USA022)	6	IGV (ITA004)	4
ICARDA	10	W6 (USA022)	9	INRA CRRAS (MAR088)	4	VIR (RUS001)	3
IPB-UPLB (PHL130)	6	IPK (DEU146)	5	VIR (RUS001)	3	NIAS (JPN003)	3
ICARDA	6	WPBS-GRU-IGER (GBR016)	6	SIAEX (ESP010)	5	W6 (USA022)	5
IDEFOR-DPL (CIV061)	3	FPC (LBR004)	2	IAC (BRA006)	1	RRI (VNM009)	1
INIFAP (MEX008)	6	NBPGR (IND001)	5	IAC (BRA006)	3	NIAS (JPN003)	3
CRA-FRU (ITA378)	3	EFOPP (HUN021)	3	AARI (TUR001)	3	(VARIOS)	2
NBPGR (IND064)	9	ORSTOM-MONTP (FRA202)	7	PGRC (CAN004)	6	ICRISAT (NER047)	4
CENARGEN (BRA003)	8	LBN (IDN002)	6	NBPGR (IND001)	5	ICGR-CAAS (CHN001)	4
NIAS (JPN003)	4	NFC (GBR030)	4	PSR (CHE063)	3	(VARIOS)	3
RAC (CHE019)	5	DAV (USA028)	5	IVM (UKR050)	4	CRA-VIT (ITA388)	4
ATFCC (AUS039)	9	NPGBI-SPII (IRN029)	5	W6 (USA022)	5	VIR (RUS001)	4
ATFCC (AUS039)	6	IPK (DEU146)	4	INRA-RENNES (FRA010)	4	UC-ICN (ECU003)	4
WICSBS	8	NIAS (JPN003)	7	MIA (USA047)	6	GSC (GUY016)	5
NPGBI-SPII (IRN029)	6	NIAS (JPN003)	6	VIR (RUS001)	5	NSGC (USA029)	5
CENARGEN (BRA003)	5	ICGR-CAAS (CHN001)	4	INIFAP (MEX008)	4	NIAS (JPN003)	3
ICGR-CAAS (CHN001)	7	INRA-CLERMON (FRA040)	6	CNPSO (BRA014)	6	VIR (RUS001)	4
NSGC (USA029)	5	SCRDC-AAFC (CAN091)	5	LUBLIN (POL025)	5	IR (UKR001)	5
S9 (USA016)	3	MHRP (PNG039)	3	CNPH (BRA012)	3	BAAFS (CHN146)	2
W6 (USA022)	7	IPK (DEU271)	7	WPBS-GRU-IGER (GBR016)	5	AGRESEARCH (NZL001)	3

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.2 (continuación)

Titulares de las seis colecciones *ex situ* más grandes de cultivos seleccionados

Género (cultivo)	Muestras totales en el mundo	Escala de los principales titulares			
		1	%	2	%
<i>Manihot</i> (yuca)	32 442	CIAT	17	CNPMF (BRA004)	9
<i>Dactylis</i> (gramíneas)	31 394	BYDG (POL022)	19	NIAS (JPN019)	9
<i>Coffea</i> (café)	30 307	IRCC/CIRAD (CIV011)	22	IAC (BRA006)	14
<i>Mangifera</i> (mango)	25 659	AYR DPI (AUS088)	73	CISH (IND045)	3
<i>Beta</i> (remolacha)	22 346	W6 (USA022)	11	IPK (DEU146)	10
<i>Elaeis</i> (palmera oleaginosa)	21 103	INERA (COD003)	84	MPOB (MYS104)	7
<i>Panicum</i> (mijo)	17 633	NIAS (JPN003)	33	KARI-NGBK (KEN015)	13
<i>Chenopodium</i> (quinua)	16 263	BNGGA-PROINPA (BOL138)	27	INIA-EEA.ILL (PER014)	9
<i>Dioscorea</i> (ñame)	15 903	IITA	21	UNCI (CIV006)	10
<i>Musa</i> (banana)	13 486	INIBAP	9	Cirad (FRA014)	4
<i>Theobroma</i> (cacao)	12 373	ICGT	19	CRIG (GHA005)	8
<i>Eragrostis</i> (mijo)	8 820	IBC (ETH085)	54	W6 (USA022)	15
<i>Colocasia</i> (colocasia)	7 302	WLMP (PNG006)	12	RGC (FJI049)	12
<i>Phaseolus</i> (frijol)	4 217	DOA (PNG005)	11	DGCB-UM (MYS009)	10
<i>Corylus</i> (nuez)	2 998	COR (USA026)	28	AARI (TUR001)	14
<i>Olea</i> (aceituna)	2 629	CRA-OLI (ITA401)	17	CIFACOR (ESP046)	12
<i>Bactris</i> (pijuayo)	2 593	UCR-BIO (CRI016)	31	CATIE	24
<i>Pistacia</i> (pistacho)	1 168	NPGBI-SPII (IRN029)	29	DAV (USA028)	26

CUADRO 3.2 (continuación)
Titulares de las seis colecciones *ex situ* más grandes de cultivos seleccionados

Escala de los principales titulares							
3	%	4	%	5	%	6	%
IITA	8	ICAR (IND007)	4	NRCRI (NGA002)	4	SAARI (UGA001)	4
IPK (DEU271)	6	W6 (USA022)	5	WPBS-GRU-IGER (GBR016)	3	AGRESEARCH (NZL001)	2
Cirad (FRA014)	13	CATIE	6	ECICC (CUB035)	5	JARC (ETH075)	4
HRI-DA/THA (THA056)	1	MIA (USA047)	1	ILETRI (IDN177)	1	NUC (SLE015)	1
IFVCNS (SRB002)	10	INRA-DIJON (FRA043)	7	ICGR-CAAS (CHN001)	6	VIR (RUS001)	6
CPAA (BRA027)	3	ICA/REGION 5 (COL096)	1	IOPRI (IDN193)	1	NUC (SLE015)	1
S9 (USA016)	4	CN (CIV010)	3	CIAT	3	ORSTOM-MONTP (FRA202)	3
IPK (DEU146)	6	DENAREF (ECU023)	4	UBA-FA (ARG1191)	3	U.NACIONAL (COL006)	2
UAC (BEN030)	7	PGRRI (GHA091)	5	DCRS (SLB001)	3	PU (LKA002)	3
DTRUFC (HND003)	4	QDPI (AUS035)	3	CNPMF (BRA004)	3	CARBAP (CMR052)	3
CEPEC (BRA074)	6	CORPOICA (COL029)	6	CATIE	6	(VARIOS)	6
KARI-NGBK (KEN015)	12	NIAS (JPN003)	4	NBPGR (IND001)	3	CIFAP-CAL (MEX035)	3
MARDI (MYS003)	9	NBPGR (IND024)	6	HRI-DA/THA (THA056)	6	PRC (VNM049)	5
TROPIC (CZE075)	10	IDI (LKA005)	9	LBN (IDN002)	9	(VARIOS)	6
KPS (UKR046)	6	HSCRI (AZE009)	6	IRTAMB (ESP014)	4	UzRIHVWM (UZB031)	4
NPGBI-SPII (IRN029)	9	DAV (USA028)	5	HSCRI (AZE009)	5	AARI (TUR001)	5
IAC (BRA006)	13	CORPOICA (COL029)	10	EENP (ECU022)	6	INRENARE (PAN002)	3
IRTAMB (ESP014)	9	GRI (AZE015)	5	ACSAD (SYR008)	4	CSIRO (AUS034)	4

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.3

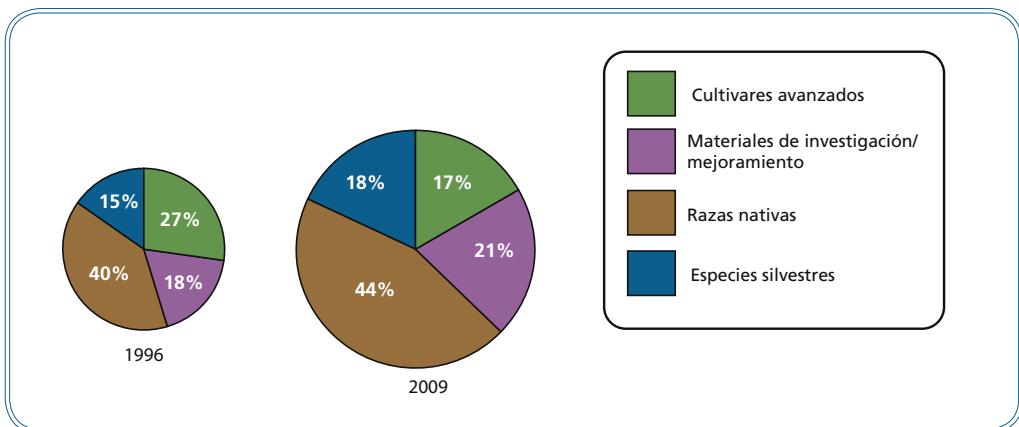
Existencias de germoplasma globales en términos del tipo de muestra (porcentaje medio) para grupos de cultivos incluidos en el Apéndice 2

Grupo de producto básico	Cantidad de muestras	% de especies silvestres	% variedades nativas	% materiales de mejoramiento	% cultivares avanzados	% otros
Cereales	3 157 578	5	29	15	8	43
Leguminosas para alimentación	1 069 897	4	32	7	9	49
Raíces y tubérculos	204 408	10	30	13	10	37
Hortalizas	502 889	5	22	8	14	51
Frutos secos, frutas y bayas	423 401	7	13	14	21	45
Cultivos oleaginosos	181 752	7	22	14	11	47
Forrajeras	651 024	35	13	3	4	45
Cultivos de azúcar	63 474	7	7	11	25	50
Cultivos de fibra	169 969	4	18	10	10	57
Cultivos medicinales, aromáticos, especias y estimulantes	160 050	13	24	7	9	47
Plantas industriales y decorativas	152 325	46	1	2	4	47
Otros	262 993	29	4	2	2	64
Media total/general	6 998 760	10	24	11	9	46

Fuente: WIEWS 2009.

FIGURA 3.6

Tipos de muestras en colecciones de germoplasma *ex situ* en 1996 y 2009 (la diferencia en el tamaño de los gráficos representa el crecimiento en cantidad total de muestras conservadas *ex situ* entre 1996 y 2009)



Fuente: WIEWS 1996 y 2009.

CUADRO 3.4

Cantidad y porcentaje de muestras de origen local en bancos de genes *ex situ*, sin incluir las colecciones mantenidas en bancos de genes internacionales y regionales

Región	Subregión	Cantidad de muestras autóctonas	Cantidad total de muestras (*)	% de muestras autóctonas
África	África occidental	32 733	40 677	80
África	África central	934	18 829	5
África	África oriental	100 125	119 676	84
África	África austral	40 853	41 171	99
África	Islas del Océano Índico	131	273	48
Américas	América del Sur	145 242	180 604	80
Américas	América Central y México	41 370	51 513	80
Américas	Caribe	13 746	23 671	58
Américas	América del Norte	114 334	521 698	22
Asia y el Pacífico	Asia oriental	179 055	255 673	70
Asia y el Pacífico	Asia meridional	420 019	443 573	95
Asia y el Pacífico	Asia sudoriental	74 466	137 763	54
Asia y el Pacífico	Pacífico	42 649	188 988	23
Europa	Europa	354 015	939 620	38
Cercano Oriente	Sur/Este del Mediterráneo	66 363	73 428	90
Cercano Oriente	Asia occidental	54 735	55 255	99
Cercano Oriente	Asia central	20 375	25 283	81
Mundo		1 701 145	3 117 695	55

* Cantidad total de muestras cuyo país de origen presenta su informe.
Fuente: WIEWS 2009.

menor en África central, América del Norte y el Pacífico. En general, la distribución de ejemplares conservados en los bancos de genes entre germoplasma autóctono y exótico, al parecer, es ligeramente distinta de la registrada en el Primer Informe, y los grandes bancos nacionales de genes tienden a mantener una mayor proporción de materiales no autóctonos que los bancos de genes más pequeños.

En África, el germoplasma autóctono prevalece en las colecciones de los países de la SADC, Etiopía y Kenya. Los informes de países de Asia y la región del Pacífico indican que las muestras son, en su mayoría, autóctonas en Papua Nueva Guinea, Samoa, Sri Lanka y Viet Nam, mientras que en las Islas Cook, Fiji y Palau son todas autóctonas. En China, el 82 por ciento de los materiales de las colecciones

de semillas es autóctono, mientras que en el NIAS, Japón, las muestras autóctonas representan alrededor del 39 por ciento del total conservado.

En el continente americano, la mayor parte de los ejemplares de los bancos nacionales de genes del Caribe y América Central y del Sur son de origen autóctono, a excepción de Brasil y Uruguay, que informaron tener más de cinco veces y más de una vez, respectivamente, la cantidad de muestras exóticas en comparación con las autóctonas. De acuerdo con la base de datos GRIN del USDA, los ejemplares autóctonos comprenden el 16 por ciento del germoplasma total conservado en el NPGS del USDA.

Se ha registrado una amplia gama de orígenes de germoplasma en los bancos de genes europeos. Más del 75

CAPÍTULO 3

por ciento de las existencias de germoplasma de España, Grecia, Portugal y Rumania es autóctono, como aquellas que se conservan en *NordGen*, provenientes de los cinco países atendidos por el banco de genes. Sin embargo, el porcentaje de muestras autóctonas de los bancos nacionales de genes de Alemania, Bulgaria, la Federación de Rusia, Países Bajos y la República Checa varía entre un 14 y un 20 por ciento. Austria, Francia, Hungría, Italia, Polonia y Ucrania conservan una proporción de germoplasma exótico mayor que la de germoplasma autóctono.

En la región del Cercano Oriente, la totalidad o bien la mayor parte de las muestras de los bancos nacionales de genes son de origen autóctono, y es exclusivamente así en los casos de Jordania, Kirguistán y Líbano, y de forma predominante en Pakistán, Tayikistán y Yemen.

3.4.5 Deficiencias en la cobertura de las colecciones

La extensión de la cobertura de la diversidad total de los distintos cultivos en las colecciones *ex situ* es difícil o imposible de estimar con precisión, dado que varía considerablemente según cada cultivo y según las percepciones de los distintos grupos interesados. En los últimos años, el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT) ha apoyado el desarrollo de una cantidad de estrategias de conservación para los cultivos y para las regiones.¹² Estas han reunido información de distintos países y organizaciones y han intentado, entre otras cosas, identificar las principales deficiencias en las colecciones *ex situ*, según las estimaciones de los distintos interesados. De este modo, en lo que respecta al trigo, según la opinión de los responsables de las colecciones, los principales deficiencias en las colecciones corresponden a variedades nativas y cultivares. Los usuarios principales de los recursos genéticos del trigo, sin embargo, indicaron la necesidad de un mayor mapeo de las poblaciones, mutantes, materiales genéticos y una gama más amplia de especies silvestres afines. En cuanto al maíz, la situación es apenas distinta, dado que existen relativamente pocas áreas donde no se ha realizado una recolección general. Por lo tanto, las principales deficiencias identificadas en las colecciones actuales de maíz *ex situ* incluyen híbridos y líneas endogámicas tropicales, además de las deficiencias resultantes de la pérdida de ejemplares de las colecciones; por ejemplo, la colección completa de Dominica se perdió, al

igual que gran parte del maíz recolectado por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR), durante la década de 1970. En cuanto a la cebada, existen deficiencias en las colecciones de especies silvestres afines, y muchas especies y poblaciones están en peligro como consecuencia de la pérdida de sus hábitats naturales.

En lo que respecta a las patatas, el material genético más útil ya se ha recolectado, y actualmente existen escasas deficiencias significativas. Sin embargo, varias colecciones latinoamericanas se ven amenazadas por la falta de financiación y, de perderse, generarían deficiencias críticas en la cobertura global de la reserva genética. La situación del boniato, de alguna manera, es distinta dado que se han identificado deficiencias importantes, tanto en términos geográficos como de caracteres. Entre las mejores estimaciones relativas a la cobertura de las reservas genéticas, están las relativas a la banana y el plátano. Se sabe que faltan alrededor de 300-400 cultivares fundamentales en la colección *International Transit Collection*, con inclusión de 20 plátanos de África, 50 *Callimusa* de Borneo, 20-30 *Musa balbisiana* y otros 20 tipos provenientes de China e India, 10 muestras de Myanmar, 40 tipos silvestres de Indonesia y Tailandia, y hasta 100 tipos silvestres del Pacífico.

La situación de las leguminosas es distinta de las anteriores. En el caso de las lentejas, las variedades nativas de China y Marruecos y las especies silvestres, particularmente de Turquía sudoriental, no se encuentran bien representadas en las colecciones. Existen deficiencias en las colecciones de garbanzos de Asia central y Etiopía, y hay relativamente pocos ejemplares de especies silvestres afines recolectados, en particular del acervo genético secundario. En cuanto al haba, se han identificado varias deficiencias geográficas que incluyen razas nativas y variedades locales de África del Norte, los oasis de Egipto, América del Sur y China. La subespecie de semilla pequeña, *paucijuga*, también está infrarrepresentada en las colecciones, y existen deficiencias en caracteres, especialmente en lo relativo a la tolerancia al calor. Una consideración importante sobre numerosas colecciones de leguminosas es también la necesidad de recolectar y conservar muestras de *Rhizobium*. Este es, en particular, el caso de las especies silvestres de leguminosas, por lo cual las colecciones de *Rhizobium* son poco frecuentes.

Si bien todavía existen deficiencias considerables en las colecciones *ex situ* de muchos cultivos principales, estos tienden a ser pequeños en comparación con los de las colecciones de varios cultivos secundarios. De hecho, muchas

especies de plantas útiles solo se encuentran de manera silvestre o como variedades nativas en los campos agrícolas. En muchos casos, estas variedades están en peligro ante las vicisitudes del clima y los cambios en la utilización de la tierra.

Un problema corriente en numerosos cultivos es la dificultad para conservar sus especies silvestres afines, especialmente en el caso de las plantas perennes. En consecuencia, a menudo faltan en las colecciones y, por lo general, se las conserva mejor *in situ*, dado que puede ser difícil recolectarlas y conservarlas *ex situ*, o se pueden convertir en malezas.

Si bien en la actualidad existe una mejor comprensión de la magnitud y la naturaleza de las deficiencias en las colecciones *ex situ*, frente a cuando se publicó en el Primer Informe, la representación aún dista de estar completa. El uso de los datos moleculares para mejorar la comprensión de la naturaleza, la magnitud y la distribución de la diversidad genética, las encuestas de campo más detalladas y la mejor referencia geográfica de los ejemplares serían útiles en los esfuerzos por identificar con mayor precisión deficiencias y redundancias entre y dentro de las colecciones individuales y las reservas genéticas en su conjunto.

3.4.6 Conservación de muestras de ácido desoxirribonucleico e información sobre la secuencia de los nucleótidos

Además del almacenamiento de semillas, plantas completas y tejidos, el ADN aislado puede mantenerse a bajas temperaturas o de modo electrónico como datos secuenciales en el ordenador, *in silico*. Esto último es cada vez más posible gracias a que los costos de almacenamiento de datos disminuyen y la potencia de las herramientas analíticas aumenta. Si bien la tecnología actual no permite la regeneración de la planta original a partir de ADN aislado o fuentes electrónicas de información, ello puede utilizarse de varias maneras, por ejemplo en estudios de diversidad genética y taxonómicos. En 2004, *Biodiversity International* realizó una encuesta sobre los programas internacionales y nacionales de conservación, los jardines botánicos, las universidades y las compañías privadas involucradas en la conservación de RFAA en 134 países.

El resultado arrojó información de referencia muy valiosa respecto a la utilización del almacenamiento de ADN vegetal. Solo el 21 por ciento de los 243 encuestados almacenaba ADN vegetal, con una cantidad aproximada-

mente igual de países en desarrollo y desarrollados. El resto de los encuestados se refirió a la falta de fondos, equipos, personal y capacitación como las principales razones por las cuales no se utiliza el almacenamiento de ADN. Casi la mitad de las instituciones que conservan ADN abastecen a las demás con fines de investigación, pese a que para muchos esta es una situación legal aún incierta. *Biodiversity International* informó los resultados de la encuesta en 2006,¹³ en una publicación que también analiza las opciones y estrategias para integrar la información sobre ADN y secuencial a otros enfoques de conservación. Aún existe un debate considerable dentro de la comunidad de los RFAA respecto a la función actual y potencial en el futuro del almacenamiento de ADN y de la información secuencial a los fines de la conservación.

3.5 Instalaciones de almacenamiento

Desde la publicación del Primer Informe, ha habido un aumento en la capacidad de almacenamiento dado que se han establecido nuevos bancos de genes y los ya existentes se han expandido. Sin embargo, ello aporta escasa información sobre las condiciones de almacenamiento y sobre si ha habido una mejora en general. Existe una enorme variedad de tipos y condiciones de instalaciones de almacenamiento en todo el mundo. Los problemas relacionados con las instalaciones de almacenamiento en el mundo desarrollado se magnifican en el mundo en desarrollo, donde los servicios públicos son menos confiables y la financiación, más restringida.

Los requisitos técnicos para la conservación de semillas se han publicado ampliamente^{14,15} y, en general, pueden hacerse recomendaciones universales. Esto mismo no se aplica a la conservación de plantas en bancos de genes de campo, el almacenamiento *in vitro* o la crioconservación, en cuyo caso, los requisitos son sumamente específicos según cada cultivo, y las técnicas exigentes en cuanto a gestión e instalaciones. Si bien algunos países desarrollados y en desarrollo, son capaces de satisfacer dichas demandas, muchos de ellos encuentran dificultades y, en consecuencia, algunas colecciones se están degradando.

Uno de los principales acontecimientos ocurridos a partir de la publicación del Primer Informe es el establecimiento del SGSV a modo de red de seguridad para las

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.5
Existencias de germoplasma en el SGSV al 18 de junio de 2009

Depositorio	Cantidad de			
	Géneros	Especies	Muestras	Países de origen
Centre for Genetic Resources (Países Bajos)	31	224	18 212	143
Department of Agriculture, Food and Rural Development (Irlanda)	3	4	100	4
Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UaaS (Ucrania)	5	7	885	31
Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Alemania)	408	1 272	17 671	110
N.I. Vavilov all-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry (Federación de Rusia)	12	40	945	68
National Agrobiodiversity Center (República de Corea)	26	32	13 185	1
National Genebank of Kenya (Kenya)	3	4	558	1
National Plant Genetic Resources Laboratory (Filipinas)	3	4	500	16
National Plant Germplasm System (Estados Unidos de América)	223	827	30 868	150
Centro Nórdico de Recursos Genéticos	84	226	12 698	73
Oak Park Research Centre (Irlanda)	6	7	577	1
Plant Gene Resources of Canada, Saskatoon Research Centre (Canadá)	50	154	9 233	83
Plant Genetic Resources Institute, National Agricultural Research Centre (Pakistán)	5	8	480	1
Seed Savers Exchange (Estados Unidos de América)	19	39	1 421	66
Station fédérale de recherches en production végétale de Changins (Suiza)	3	3	3 845	21
Taiwan Agricultural Research Institute	1	1	4 018	1
AVRDC	12	55	7 350	89
CIAT	88	502	34 111	125
CIMMYT	4	6	80 492	57
CIP	2	173	5 847	23
ICARDA	29	249	62 834	117
ICRAF	63	120	508	27
ICRISAT	7	7	20 003	84
IITA	3	30	6 513	85
ILRI	112	506	4 008	91
IRRI	6	45	70 180	121
WARDA	1	4	5 404	64
Total ^a	664	3 286	412 446	204

^a Distinción de géneros, especies y países de origen (las antiguas denominaciones de los países, por ej., Unión Soviética, también se tienen en cuenta); no se consideran los géneros y las especies no determinadas. (Elaborado a partir de <http://www.nordgen.org/sgsv>).

colecciones de semillas *ex situ* de los cultivos mundiales. Esta es la primera y única instalación verdaderamente global para la conservación de germoplasma a nivel mundial. Ubicado en el permafrost, 130 metros dentro de la ladera de una montaña en una isla a solo 800 km del Polo Norte, el SGSV ofrece niveles de seguridad física sin precedentes. El Gobierno de Noruega construyó la instalación como un servicio para la humanidad, y lo mantiene y opera con el apoyo del GCDT y el *NordGen*. El depósito mundial de semillas se inauguró a principios de 2008 y, en junio de 2009, contaba con más de 412 000 muestras, todas copias de seguridad del material ya conservado en colecciones *ex situ* en otros lugares. El dominio y el control de todos los materiales del SGSV pertenecen al depositario, quien es el responsable de supervisar la viabilidad y la regeneración de las muestras depositadas en el SGSV en forma periódica. Los detalles de las colecciones depositadas en el SGSV se presentan en el Cuadro 3.5.

Las siguientes secciones describen el estado de las instalaciones para la conservación de los RFAA en las distintas regiones y en los Centros internacionales de investigación agrícola (CIIA).

África

De acuerdo con los informes de países, los datos relativos a las instalaciones de almacenamiento en África son menos completos que los de otras regiones. La mayoría de los países informó disponer de bancos de genes de semillas y de campo, pero solo Benin, Camerún, Congo, Ghana, Kenya, Malí, Nigeria y Uganda informaron sobre instalaciones para almacenamiento *in vitro*. Ningún país especificó si cuenta con capacidad para la conservación criogénica de germoplasma. Los bancos de genes de semillas, por lo general, son mucho más importantes y están más generalizados que los bancos de genes de campo en el continente. Etiopía, por ejemplo, informó que tiene 60 000 muestras en su banco nacional de genes de semillas y 9 000 en su banco de genes de campo. Burkina Faso, Níger y Zambia informaron que tienen una cantidad mucho mayor de muestras en sus bancos de genes de semillas que en sus bancos de genes de campo. A pesar de que la mayoría de los países informaron tener instalaciones para almacenamiento a largo, mediano y/o corto plazo, también mencionaron muchos problemas relativos a su uso, como la confiabilidad de los suministros eléctricos y las dificultades

relativas a plagas y enfermedades, así como también la falta de personal, equipos o financiación. Guinea mencionó la pérdida de toda su colección *ex situ* como resultado de una falla en el suministro eléctrico.

Asia y el Pacífico

Casi todos los países asiáticos que presentaron sus informes indicaron que mantienen tanto bancos de genes de semillas como bancos de genes de campo, pero menos de la mitad almacenan germoplasma *in vitro*, y solo Filipinas, India, Indonesia, Japón, Nepal y Pakistán utilizaron la crioconservación. China informó que cuenta con 53 instalaciones distintas de almacenamiento; Filipinas, 45 e India, 74. Muchos otros países asiáticos mencionaron tener hasta diez instalaciones para almacenamiento. Las instalaciones para almacenamiento a largo, mediano y corto plazo están disponibles en la mayoría de los países, a pesar de que estas cantidades son muy distintas entre las naciones. Si bien Japón y Pakistán informaron que cumplen con las normas internacionales para el almacenamiento de germoplasma, de acuerdo con los informes de países, muchas otras naciones no pudieron cumplir con tales normas, lo que indica que existe un potencial de mejora. Las razones por la falta de cumplimiento con las normas internacionales comprendieron la falta de fondos, la insuficiencia y la deficiencia del personal capacitado, la falta de equipos y la poca confiabilidad de los suministros eléctricos. Los bancos de genes de campo predominan en los países de las Islas del Pacífico, lo que refleja la importancia regional de cultivos como la colocasia, el coco y la banana, que no pueden conservarse como semillas. Fiji y Papua Nueva Guinea fueron los únicos países de la subregión que mencionaron tener almacenamiento *in vitro*. No se suministró información respecto a la existencia de instalaciones a largo, mediano y corto plazo para el almacenamiento de semillas, pese a que se mencionaron numerosos problemas relativos a la vulnerabilidad del germoplasma almacenado en condiciones de campo.

América

Los nueve países sudamericanos que presentaron informes mencionaron que mantienen tanto bancos de genes de semillas como de campo, y que almacenan ger-

CAPÍTULO 3

moplasma *in vitro*. Solo Ecuador mencionó el uso de la crioconservación, a pesar de que la República Bolivariana de Venezuela se estaba preparando para ello. Había disponibilidad de instalaciones para almacenamiento a largo, mediano y corto plazo en todos los países. Brasil mencionó tener 383 instalaciones de conservación distintas; Argentina, 33; y la República Bolivariana de Venezuela, 26. La mayoría de los demás países registró menos de diez. La República Bolivariana de Venezuela y Uruguay mencionaron la construcción de nuevas instalaciones a largo plazo durante los últimos diez años. Varios países cumplieron con las normas acordadas a nivel internacional con relación a las operaciones de los bancos de genes, pero se informaron sobre problemas generales relativos a la provisión de fondos y la dotación de personal.

La mayoría de los países de América Central y el Caribe cuentan con almacenes para semillas a largo, mediano y corto plazo, bancos de genes de campo y bancos de genes *in vitro*. En la subregión, solo Cuba registró actividades relativas a la crioconservación de germoplasma. Al igual que en otros lugares, la tendencia indica que hay menos ejemplares almacenados en bancos de genes de campo que de semillas: Cuba, por ejemplo, informó tener 4 000 muestras de campo, en comparación con más de 12 000 ejemplares de semillas; y México cuenta con aproximadamente 61 000 muestras de campo y 107 000 ejemplares de semillas, a pesar de que solo la mitad de estos se encuentran en almacenamiento refrigerado. Sin embargo, en Costa Rica y El Salvador las proporciones son, en general, equivalentes en términos de muestras de campo y de semillas; mientras que la República Dominicana conserva aproximadamente cuatro veces más material en su banco de genes de campo que en su banco de genes de semillas. La mayoría de los países mencionaron que cuentan con diez o menos bancos de genes, mientras que México registró alrededor de 150, 22 de los cuales tienen instalaciones para almacenamiento refrigerado, aunque solo tres de estos cumplieron con las normas internacionales aplicables a la conservación a largo plazo. Al igual que en otros lugares del mundo en desarrollo, muchos países mencionaron tener dificultades para cumplir con las normas internacionales relativas a los bancos de genes, por las mismas razones indicadas por otros. Sin embargo, Cuba y Dominica también adujeron tener problemas derivados de los fenómenos climáticos extremos. En América del Norte,

tanto Canadá como Estados Unidos de América cuentan con bancos de genes para la conservación a largo y mediano plazo, que incluyen instalaciones para crioconservación.

Europa

Según los informes de países, la mayoría de los estados europeos cuentan con instalaciones para la conservación de semillas a largo, mediano y corto plazo, al igual que bancos de semillas de campo. Alemania, Bélgica, la Federación de Rusia y Polonia mantienen instalaciones de crioconservación, y prácticamente todos los países conservan una cierta cantidad de germoplasma *in vitro*. Tanto Hungría como Italia registraron más de 60 instalaciones distintas de almacenamiento, pero la mayoría de los países tiene menos de 20. No obstante, la importancia relativa de los distintos tipos de almacenamiento varía de manera considerable. Italia, por ejemplo, conserva más germoplasma en los bancos de genes de campo que de semillas y Alemania informó que tiene más de 155 000 muestras en los bancos de genes (colecciones de semillas y de campo), de las cuales 3 200 son *in vitro*. Bélgica, además, mencionó que cuenta con cantidades sustanciales de muestras *in vitro* (más de 1 500), en gran medida como resultado de la colección internacional del germoplasma de banana que se conserva en Leuven. En todos los casos, se cumplen las normas internacionales y se encontraron unos pocos problemas, por ejemplo Albania informó la limitación de recursos financieros y de personal capacitado, y la ex República Yugoslava de Macedonia se vio obstaculizada por la ausencia de una estrategia nacional.

Cercano Oriente

En 2004, el Banco Nacional de Genes de Egipto empezó a funcionar con una capacidad de almacenamiento de 200 000 ejemplares (para fines de 2006, se estaba utilizando el 15 por ciento), así como también instalaciones para la conservación *in vitro* y la crioconservación. También se crearon nuevas instalaciones para el almacenamiento a largo plazo en Marruecos (2002) y Túnez (2007). Tayikistán manifestó su dependencia de los fondos de donantes para mantener las instalaciones de almacenamiento en buen estado, y Uzbekistán indicó que está modernizando sus instalaciones. La mayor parte del resto de los países conserva sus recursos genéticos en condiciones de conservación ambien-

te o a mediano plazo (5-10 °C sin control de la humedad relativa). Si bien varios países de esta región no cuentan con un banco de genes, algunos, como Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Kuwait, han planificado establecer instalaciones de almacenamiento a largo plazo para atender las necesidades nacionales y regionales. Varios países informaron tener problemas relativos a la provisión de fondos, la dotación de personal y la confiabilidad de los servicios públicos.

Bancos de genes de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola

Desde la publicación del Primer Informe, ha habido una mejora considerable de las instalaciones de almacenamiento entre los CIAA. En 1996, el Gobierno de Japón financió un nuevo banco de genes en el CIMMYT. Más recientemente, el Banco Mundial apoyó dos proyectos para mejorar las normas de todos los bancos de genes GCIAl. Por intermedio de estos proyectos, el CIAT recibió una donación para convertir cámaras frías en un depósito de semillas a baja temperatura; el ILRI ha instalado recientemente nuevos humidificadores y un nuevo sistema de riego para su banco de genes de campo; y, en 2007, el IRRRI construyó un nuevo almacén de semillas para almacenamiento a largo plazo y amplió su complejo de invernaderos. Los proyectos también financiaron la renovación de las instalaciones del IITA, donde ahora hay mejores cámaras de almacenamiento frigorífico, cámaras de secado, laboratorios *in vitro* y un almacén para ñames. WARDA construyó una nueva cámara frigorífica, invernaderos, una cámara de secado y laboratorios en Cotonou, Benin.

3.6 Seguridad del material almacenado

Muchas de las colecciones mundiales de recursos fitogenéticos se conservan en condiciones subóptimas, lo que genera un impacto negativo en la viabilidad de las colecciones. Dos áreas principales de preocupación son la magnitud de la duplicación de seguridad y los trabajos acumulados con respecto a la regeneración. También se identificaron ambos problemas como restricciones significativas en el Primer Informe.

A pesar de que una cantidad sustancial de las colecciones del mundo se han duplicado, en parte o por completo,

en más de un banco de genes, a menudo los datos y la información actuales no permiten la identificación de una misma muestra en distintos bancos de genes, ni la clara distinción entre los duplicados de seguridad y aquellos que son redundantes. En este sentido, han ocurrido pocos cambios a partir de la publicación del Primer Informe. Los análisis basados en los países de origen sugieren que solo entre el 25 y el 30 por ciento del total de la cantidad de muestras a nivel mundial son distintos, de acuerdo con el Primer Informe, pero existen grandes diferencias según las especies. Una estimación preliminar de la duplicación de los cultivos seleccionados sobre la base de los datos WIEWS indica, con respecto a la cebada, que alrededor de 120 000 muestras distintas se almacenan a nivel mundial, en comparación con un total de 467 000 muestras. Esta cifra coincide con un estudio independiente realizado por el GCDT en el proceso de desarrollar una estrategia para el cultivo de cebada.¹⁶ Existe una importante duplicación de seguridad entre las cuatro colecciones principales de cebada; se trata de las colecciones pertenecientes al PGRC, al USDA, a Embrapa y a ICARDA. Hay una gran superposición entre las colecciones de Canadá y del USDA, luego de las duplicaciones de seguridad de la colección del USDA de avena y cebada en Canadá en 1989, y la colección brasileña se integra en su mayoría a la del USDA. La colección del ICARDA debe duplicarse en el SGSV a modo de segundo nivel de seguridad, al igual que muchas otras colecciones GCIAl; el 33 por ciento de esta colección ya se ha duplicado en el CIMMYT, y el 65 por ciento se ha duplicado en otros lugares. Muchas otras colecciones de cebada, en parte o en su totalidad, cuentan con duplicados de seguridad, salvo en los casos de Bulgaria, Ecuador, Francia, Hungría e Italia, por ejemplo. La duplicación de las muestras entre las colecciones, ya sea planificada o no, puede resultar en una gran cantidad de ejemplares comunes entre los distintos bancos de genes que, a su vez, pueden duplicarse nuevamente como parte de la duplicación de seguridad planificada de colecciones completas. Todavía debe determinarse para cualquier cultivo si la duplicación tiende a ocurrir principalmente como una pequeña cantidad de muestras que se duplican muchas veces, o una más grande cantidad de muestras que se duplican solo algunas veces.

Muchas colecciones de germoplasma de trigo y maíz cuentan con duplicados de seguridad en parte o completos. De acuerdo con los análisis preliminares, el nivel más bajo de duplicación se relaciona con colecciones de las plantas de multiplicación vegetativa y de semillas

CAPÍTULO 3

recalcitrantes, con inclusión de la yuca, el ñame, la colocasia, el anacardo y el caucho. Una duplicación inadecuada también ocurre en los casos de colecciones de *Chenopodium*, *Eragrostis*, *Psophocarpus* y maní de bambarra, todos de gran importancia en áreas locales. Germoplasma de las ESAC, de los cultivos marginados e infrautilizados y de los cultivos recientemente domesticados también es, al parecer, más vulnerables en lo concerniente a la falta de duplicación de seguridad. El germoplasma de banana se ha duplicado en gran medida *in vitro* a los fines de la seguridad, pero la situación de la patata continúa siendo incierta. En lo que respecta a otros cultivos, con inclusión de las lentejas y los garbanzos, el nivel de duplicación de seguridad no se encuentra bien documentado.

La CRGAA ha invitado a los países a informar sobre los riesgos y las amenazas que enfrentan los recursos genéticos *ex situ* de sus colecciones nacionales, como parte de un sistema internacional de alerta temprana. A fines de la década de 1990, la Federación de Rusia alertó a la CRGAA respecto a las dificultades que estaba atravesando el Instituto Vavilov en ese entonces.

Desde la publicación del Primer Informe, un paso fundamental para garantizar la seguridad de las colecciones ha sido el establecimiento del GCDT,¹⁷ tal como se describe en otra sección de este informe (ver Sección 6.5). El GCDT financia las operaciones del SGSV y apoya el almacenamiento a largo plazo en una pequeña, pero creciente, cantidad de bancos de genes.

Las siguientes secciones resumen el estado de la seguridad del germoplasma de las colecciones de las distintas regiones.

África

Burkina Faso, Camerún, Etiopía, Malí y Níger informaron sobre la duplicación de seguridad de parte de su germoplasma en los bancos de genes de los GCIAI. Tanto Ghana como Namibia indicaron que la mayor parte de su germoplasma se duplicó dentro del país. El banco regional de genes de la SADC brinda duplicación de seguridad a todas las colecciones de los países miembro en condiciones de almacenamiento a largo plazo. Uganda aún no ha iniciado un programa de duplicación de seguridad, pero Kenya mencionó haber depositado duplicados de seguridad de una

cierta cantidad de su germoplasma en el *Millennium Seed Bank*, Kew.

América

En América de Sur, Argentina informó acerca de la duplicación de seguridad de su germoplasma en el CIP, el CIMMYT, el CIAT, el IITA y el NCGRP del USDA. Chile registró una situación similar, pero el resto de los países no aportó información. Se presentaron datos escasos en la mayoría de los informes de países de América Central y el Caribe, aunque Cuba y México han realizado una pequeña cantidad de duplicación de seguridad.

Asia y el Pacífico

Al igual que en África y en el continente americano, la mayoría de los informes de países de Asia y el Pacífico han aportado pocos datos sobre la duplicación, pero las principales naciones que cuentan con germoplasma, China e India inclusive, informaron que se hicieron dentro del país duplicados de seguridad de todas las muestras. Las naciones que cultivan arroz, como Indonesia, Malasia y Laos, mencionaron que el IRRI conserva duplicados de seguridad de sus colecciones de arroz. Otros CIAA cuentan con duplicados de seguridad de cultivos de otros países. Por ejemplo, Indonesia ha depositado duplicados de seguridad de germoplasma de banana en el *International Transit Centre*, Leuven, Bélgica. El CePaCT conserva duplicados de seguridad de las colecciones nacionales de cultivos de multiplicación vegetativa de las Islas del Pacífico.

Europa

La mayoría de los países europeos indicaron que sus colecciones de germoplasma cuentan parcialmente con duplicados de seguridad, por lo general, dentro de sus propios sistemas nacionales. Todos los países nórdicos, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia, informaron haber garantizado sus ejemplares mediante el depósito de muestras duplicadas en Dinamarca, al igual que en el SGSV. Otros países, con inclusión de Rumania, mencionaron que no cuentan con duplicaciones de seguridad de sus colecciones, y la Federación de Rusia ofreció poner a disposición de otros países instalaciones para la duplicación de seguridad.

Cercano Oriente

Kazajstán informó el almacenamiento de duplicados de seguridad en el VIR y el IRRI, y otros países de la región, como Irán, Turquía y Uzbekistán, mencionaron que cuentan con duplicados de seguridad al menos de una cierta parte del germoplasma de su país. La mayoría de las variedades de cereales, leguminosas y pasturas recolectadas en la región cuentan con duplicados en el ICARDA. Pakistán informó que cuenta con duplicados de seguridad de las colecciones de germoplasma de cultivos en el ICARDA, el IRRI y el AVRDC.

3.7 Regeneración

Dado que el envejecimiento de las muestras conservadas ocurre incluso en condiciones óptimas de almacenamiento *ex situ*, el control periódico de la viabilidad y la regeneración oportuna de los materiales son parte fundamental de la conservación *ex situ*, a pesar de que a menudo se las ignora. Las limitaciones de recursos financieros, infraestructura y capacidad humana aún son los principales obstáculos para la regeneración, tal como se mencionó en el Primer Informe. La necesidad de contar con personal calificado es particularmente esencial en el caso de las especies cuya investigación es difícil o deficiente, tal como sucede con muchas ESAC. Las estrategias de conservación de cultivos y regionales avaladas por el GCDT han resaltado que los trabajos acumulados relativos a la regeneración ocurren en todos los tipos de germoplasma conservado y en todas las regiones.¹⁸ De acuerdo con la información de las bases de datos de los NISM,¹⁹ desde 1996 la capacidad ha empeorado en un 20 por ciento de los bancos de genes encuestados, los trabajos de regeneración acumulados han persistido en un 37 por ciento y han aumentado en un 18 por ciento. Recientemente, los esfuerzos por regenerar y actualizar la documentación han contado con el apoyo del GCDT en más de 70 países y para cerca de 90 000 muestras en colecciones que los expertos en cultivos identificaron como de máxima prioridad.

África

Se realizaron pruebas regulares de viabilidad en Madagascar, Nigeria, Uganda y Zambia, pero no en otros

países. La regeneración sistemática del material almacenado parece ser esporádica, a pesar de que Etiopía informó la regeneración regular de germoplasma cuando la viabilidad cayó por debajo del 85 por ciento. Con frecuencia se mencionó que la provisión de fondos, la dotación de personal y las instalaciones no fueron adecuadas a fin de permitir la correcta regeneración de germoplasma. Los continuos trabajos acumulados relativos a la regeneración se han mencionado en las colecciones nacionales de digitaria y sorgo de Malí, al igual que en el caso de las colecciones de cereal y hortalizas que se encuentran en el *Institut sénégalais de recherche agricole – Unité de recherche commune en culture in vitro* (ISRA-URCI), Senegal, y en el *Institute of Biodiversity Conservation* (IBC), Etiopía. El banco nacional de genes de La República Unida de Tanzania también advirtió acerca de una menor capacidad para administrar la regeneración, lo que ha resultado en una mayor cantidad de trabajos acumulados tanto para colecciones de cultivos de polinización cruzada como de autopolinización.

América

No se han realizado pruebas de viabilidad en Argentina con la regularidad deseada, pero ha habido una considerable cantidad de regeneración desde la publicación del Primer Informe. Cuba, Ecuador, el Estado Plurinacional de Bolivia, Perú, la República Bolivariana de Venezuela y Uruguay también han mencionado la realización de pruebas de viabilidad y regeneración; pero han tenido numerosos problemas, como la falta de financiación, personal y equipos. El INIA Carillanca (Chile), el INIAP/Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (DENAREF, Ecuador), el INIA-Maracay de la República Bolivariana de Venezuela, el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) y el Centro de Bioplasmas (Cuba), entre otros, informaron la existencia de constantes trabajos acumulados para las especies de propagación vegetativa. Las colecciones de campo significativas, como la de café conservada en el CATIE, también requieren de regeneración y, en Brasil, aún se reconoce que la regeneración regular de semillas constituye una limitación para muchas colecciones activas, especialmente las especies de polinización cruzada.

CAPÍTULO 3

Asia y el Pacífico

Muchos de los informes de países asiáticos brindaron datos escasos sobre la regeneración. Si bien muchos países han puesto en práctica la regeneración, a menudo se enfrentan a las dificultades relativas a la falta de fondos y de instalaciones. Viet Nam informó la pérdida de colecciones enteras. Algunos países, como Filipinas y Sri Lanka, fueron capaces de realizar pruebas regulares de viabilidad sobre el germoplasma almacenado, aunque esto no siempre fue posible en otros países. El PGRC (Sri Lanka), la *Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology*, Cachemira, SKUAST (India), el *Central Institute of Temperate Horticulture* (CITH, India), el *Field Crops Research Institute - Department of Agriculture* (FCRI-DA, Tailandia) y el *Lam Dong Agricultural Research and Experiment Centre* (LAREC, Viet Nam), entre otras entidades, informaron acerca de la existencia de trabajos acumulados de regeneración relativos a los cultivos de propagación vegetativa. En lo que respecta a especies de polinización cruzada, el *Directorate of Oilseeds Research* (DOR, India) y el *Philippine Coconut Authority-Zamboanga Research Center* (PCA-ZRC) (Filipinas) informaron la existencia de trabajos acumulados de regeneración. China registró actividades de regeneración que abarcaron más de 286 000 muestras, y Nueva Zelanda mencionó la regeneración sistemática de la totalidad del germoplasma de sus cultivos, incluso del de las frutas.

Europa

Si bien se realizaron pruebas regulares de viabilidad en la mayoría de las naciones, los informes de países contienen pocos detalles al respecto. Hubo diferencias entre los países respecto al nivel hasta el cual la viabilidad es aceptable antes de considerar necesaria la regeneración. Islandia, Noruega y Suecia especificaron un 60 por ciento, mientras que la Federación de Rusia utilizó un valor del 50 por ciento y Polonia un valor entre el 80 y el 85 por ciento. En general, los países europeos no informaron problemas graves respecto a la regeneración, a pesar de que Finlandia indicó que, en algunos casos, las pequeñas cantidades de semillas dificultaron la tarea de regeneración. Pese al aumento generalizado de la capacidad de regenerar, Armenia indicó tener necesida-

des urgentes de regeneración y una creciente cantidad de trabajos acumulados con relación a sus colecciones de cereales y de especies de multiplicación vegetativa.

Cercano Oriente

Uzbekistán registró la pérdida de algunas muestras, como consecuencia de la reducida viabilidad. Numerosos países han tenido dificultades para garantizar que la integridad genética de las especies de polinización cruzada se mantenga durante la regeneración. Chipre, Egipto, Pakistán y la República Islámica del Irán informaron haber regenerado más del 50 por ciento de las muestras almacenadas en sus bancos nacionales de genes. Los principales bancos de genes en Kazajstán, Marruecos y Uzbekistán han emprendido cuantiosas actividades de regeneración, mientras que otros bancos de genes de estos países solo han hecho regeneración de modo más limitado. Es necesario regenerar todas las colecciones de trigo conservadas en los bancos nacionales de genes de Azerbaiyán, Tayikistán y Turkmenistán.²⁰

3.8 Documentación y caracterización

3.8.1 Documentación

El Primer Informe resaltó que existe documentación insuficiente disponible sobre una gran parte de los recursos fitogenéticos *ex situ* del mundo. Este problema continúa siendo un obstáculo sustancial para el creciente uso de los RFAA en la mejora y la investigación de cultivos. Cuando hay documentación y datos de caracterización, existen problemas frecuentes relativos a la estandarización y la accesibilidad, incluso en el caso de los datos de pasaporte básicos.

No obstante, ha habido una mejora general en cuanto a la accesibilidad de la información. Varios bancos nacionales de genes han publicado datos de sus colecciones en Internet o se encuentran en el proceso de hacerlo, a menudo con la posibilidad de que estén disponibles para solicitarse en línea. Sin embargo, existe un desequilibrio significativo entre regiones y entre los países dentro de las regiones. Muchos países aún no cuentan con un sistema

integrado de información a nivel nacional sobre las existencias de germoplasma. De acuerdo con los informes de países y los datos de los NISM, existencias *ex situ* importantes de, como mínimo, 38 países están aún, al menos en parte, documentadas solo en papel (16 países) y/o en hojas de cálculo (32 países).²¹ Los sistemas dedicados a la gestión de información se utilizan para administrar los datos de pasaporte y caracterización de las colecciones *ex situ* en solo el 60 por ciento de los países que brindaron información sobre este tema, mientras que se utiliza un programa genérico para bases de datos en alrededor del 34 por ciento de los países.

La falta de un sistema público, gratuito, flexible, actualizado, de fácil uso y multilingüe ha restringido la mejora de la documentación de varios países, a pesar de que, en algunos casos, la colaboración regional y/o bilateral ha ayudado a satisfacer las necesidades de gestión de la información mediante el intercambio de experiencias y herramientas.

Casi todos los centros GCAI han desarrollado sus propios sistemas de documentación que, en muchos casos, comprenden datos de caracterización, así como también un sistema para realizar pedidos en línea. Estos centros aportan datos a la Red de información sobre los recursos genéticos para todo el sistema (SINGER), que cuenta con datos de pasaporte, de la misión de recolección y de distribución sobre las colecciones del GCAI y el AVRDC.²²

Las estrategias de cultivo avaladas por el GCDT contienen información relevante para el estado de la documentación y caracterización, según cada cultivo. Con respecto al trigo, la mayoría de los países desarrollados y en desarrollo cuentan con sistemas de gestión informatizados y muchos brindan acceso desde Internet a los datos de pasaporte, así como también a los de caracterización. Sin embargo, el problema principal es la falta de estandarización entre los sistemas. Existe un problema similar en el caso del maíz, porque existen datos de pasaporte para casi todos los ejemplares en la mayor parte de las colecciones, pero hay una escasa uniformidad de manejo. Rastrear los materiales mediante los identificadores de colecciones de donantes suele ser bastante difícil en los sistemas de información con acceso desde Internet. En el caso de la cebada, existe cierta información disponible en Internet sobre la caracterización, pero hay escasa información disponible en formato electrónico sobre los datos de evaluación.

La documentación electrónica de las muestras de patatas a nivel mundial es parcial, y unos pocos bancos de genes pueden brindar datos de la caracterización y evaluación mediante sus propios sitios *web*. En cuanto al boniato, la situación es similar: existe inadecuada documentación y datos sobre la caracterización, en particular en África. En lo concerniente a la banana, sin embargo, la comunidad de investigadores está bien provista de información, y existe una red informativa eficaz administrada por la INIBAP. El sistema de información *Musa* contiene datos sobre más de 5 000 ejemplares administrados en 18 de las aproximadamente 60 colecciones. El IRRI ha establecido un sistema de información similar para el arroz. En el caso de las leguminosas, aún debe registrarse y estandarizarse una cantidad considerable de evaluaciones y documentación; se requieren sistemas electrónicos de información mundiales para la mayoría de las colecciones.

Las siguientes secciones describen el estado de la documentación en las distintas regiones, según los datos consignados en los informes de países.

África

La mayoría de las naciones informaron que cuentan con datos relativos a la caracterización y la evaluación de sus respectivas colecciones, pero salvo algunas excepciones (por ejemplo la mayoría de los países de la SADC, Etiopía, Kenya y Malí) suelen ser incompletos y no estar estandarizados. Togo indicó que su documentación se encontraba en estado rudimentario y muchos otros países mencionaron tener serias debilidades. Kenya informó que su intención es desarrollar sistemas nacionales de documentación conformes al sistema de documentación e información (SDIS) que se utiliza en todos los países de la SADC. Si bien tres países mencionaron que todavía llevan algunos registros escritos y ocho emplean hojas de cálculo, al menos otros ocho cuentan con sistemas electrónicos dedicados.²³ Ghana, Kenya y Togo informaron el uso de bases de datos genéricas para gestionar la información relativa a las colecciones *ex situ*.

América

Una cantidad significativa de información respecto a existencias *ex situ* en América del Norte está disponible al pú-

CAPÍTULO 3

blico. Los datos de pasaporte de más de medio millón de muestras sobre 13 000 especies almacenadas en 31 bancos de genes del NPGS pertenecientes al USDA son accesibles de modo gratuito mediante el sistema *web* GRIN.²⁴ Hay también más de 6,5 millones de observaciones disponibles respecto a los distintos rasgos morfológicos y agronómicos de 380 000 ejemplares. El GRIN-CA de Canadá también ha adoptado este sistema de información.²⁵

Los informes de países de América del Sur indicaron que los sistemas de documentación y caracterización están trabajando relativamente bien y que se suelen utilizar las bases electrónicas que contienen datos completos sobre las muestras de germoplasma. Sin embargo, Chile, Paraguay y Perú mencionaron que los sistemas en papel aún se utilizan con algunas colecciones, y no hay datos provenientes de programas nacionales en la región a los que se pueda acceder por medio de Internet. En general, los datos de pasaporte se registran como disponibles para una gran cantidad de muestras. El Sistema para la Documentación de Recursos Genéticos Vegetales (DBGERMO), desarrollado por el INTA, Argentina, es un sistema dedicado para el manejo de datos de germoplasma que es popular en la región y que utilizan en Argentina, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y el CATIE en Costa Rica. Paraguay expresó la necesidad de que el DBGERMO se adopte a nivel regional a fin de unificar la recolección y la recuperación de datos. El *Sistema brasileiro de informação de recursos genéticos* (SIBRAGEN) es el sistema de documentación y distribución utilizado por el Embrapa en Brasil. Se registró el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en Argentina y Ecuador para el análisis geográfico de los materiales recolectados.

En sus informes de países, la mayoría de las naciones de América Central y el Caribe indicaron que, si bien hay documentación sobre las existencias de germoplasma, esta suele no estar estandarizada. Se brindó escasa información sobre la disponibilidad de los datos de pasaporte en los informes de países. El uso de los sistemas y bases de datos dedicados de documentación sobre bancos de genes es relativamente inusual en esta región. Según se ha informado, se utilizan solo en Cuba, México y Trinidad y Tobago y mediante el banco de genes del CATIE en Costa Rica. Algunos bancos de datos de México aún utilizan registros en papel, además de las presentaciones electrónicas y, en más del 40 por ciento de los países que presentaron su informe, las hojas de

cálculo son la herramienta más común cuando se trata de gestionar datos.

Asia y el Pacífico

En sus informes de países, todos los países asiáticos indicaron que al menos tienen cierta documentación sobre sus existencias de germoplasma. Los datos de pasaporte, en general, estaban disponibles en toda la región para la gran mayoría de ejemplares. Alrededor del 75 por ciento de los países que presentaron su informe utilizan un sistema dedicado de información para la gestión del germoplasma *ex situ*, a pesar de que en cuatro países algunos datos aún no constan en formato electrónico. China informó tener una base de datos por Internet, pero solo en chino. Sri Lanka mencionó el uso de un SIG y, junto a Bangladesh, Tailandia y Viet Nam, reconoció la necesidad de un sistema de información sobre germoplasma *ex situ* a nivel nacional. Japón y la República de Corea informaron avances significativos en lograr que la información de las existencias *ex situ* esté a disposición del público, con inclusión de datos de pasaporte y caracterización sobre más de 87 000 muestras conservadas en el *National Institute of Aerobiological Sciences*,²⁶ Japón, y datos de pasaporte sobre cerca de 20 000 ejemplares en el *National Agrobiodiversity Centre en la República de Corea*.²⁷

Los informes de países del Pacífico sugirieron que se ha hecho relativamente poco trabajo de documentación integral en esta región. Fiji, Nueva Zelandia, Palau, Papua Nueva Guinea y Samoa informaron la existencia de documentación, pero no siguieron, en general, formatos estandarizados. Hubo cierta información disponible en las bases de datos electrónicas, y las Islas Cook, por ejemplo, se refirieron al desarrollo de una base de datos como una prioridad nacional. Se han hecho esfuerzos por aumentar la disponibilidad de las colecciones *ex situ* en Australia y Nueva Zelandia a través de sistemas basados en Internet. El sistema australiano *Plant Genetic Resource Information Service* (AusPGRIS)²⁸ actualmente comprende datos de pasaporte relativos a 40 000 muestras de 229 géneros almacenados en Biloela, en el *Department of Primary Industries* (QUI) de Queensland, los sitios en Internet del *Margot Forde Forage Germplasm Centre*²⁹ y el banco de genes de cultivos herbáceos y la base de datos en línea.³⁰

Europa

El estado de la documentación es, en términos generales, bueno en Europa, según los informes de países. Se utiliza una variedad de herramientas para el almacenamiento y el manejo de datos, entre las cuales las hojas de cálculo y las bases de datos genéricas son las más comunes. Se han publicado datos de pasaporte estandarizados de 38 países, por intermedio del catálogo *European Internet Search Catalogue* (EURISCO),³¹ que está centralizado y basado en Internet bajo la gestión de *Bioversity International* desde 2003, conforme al Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR). La red también ha avalado el establecimiento y el mantenimiento de *European Central Crop Databases*, que compilan y distribuyen datos de caracterización y evaluación sobre distintos cultivos. Los países nórdicos han estandarizado su enfoque relativo a la documentación y caracterización, y ofrecen información por intermedio de *NordGen* gracias al uso del sistema Sesto.³² La ex República Yugoslava de Macedonia mencionó que está lista para adoptar el mismo sistema de información. Croacia informó que aún no ha compilado datos relativos a la caracterización, a pesar de que hay datos de pasaporte para la mayoría de las muestras.

Cercano Oriente

Se ha avanzado mucho desde 1996 con respecto a la documentación de las muestras conservadas en los principales bancos de genes. Egipto, Jordania, Marruecos, Pakistán, la República Árabe Siria y Turquía mencionaron que su información sobre germoplasma ahora está totalmente mantenida en un sistema dedicado con apoyo técnico de ICARDA y *Bioversity International*. También ha habido un progreso significativo en Azerbaiyán con la inclusión de datos de pasaporte del banco nacional de genes en EURISCO y el registro electrónico de los datos de caracterización y evaluación para más del 60 por ciento de las muestras de cereal *ex situ* y el 50 por ciento de las muestras de frutas y fibras.³³ Los datos de pasaporte de algunas muestras de Chipre también están registrados en EURISCO. Incluyendo Kazajstán y Líbano, informaron que la documentación no era sistemática ni estaba estandarizada, a pesar de que Líbano informó que los datos de evaluación de las hortalizas estaban disponibles

mediante el banco de datos del comportamiento de variedades hortofrutícolas (HORTIVAR).³⁴ Iraq y Kazajstán mencionaron el uso de registros de cultivos en formato impreso, y Tayikistán reportó el desarrollo con Kirguistán de un sistema en ordenador conjunto. Egipto mantiene documentación sobre todas las muestras de germoplasma y cuenta con cantidades sustanciales de datos sobre las características morfológicas y moleculares, al igual que de los caracteres agronómicos importantes.

3.8.2 Caracterización

En 1996, el Plan de Acción Mundial (PAM) resaltó la importancia de la caracterización, tanto como una manera de ayudar a vincular la conservación de los RFAA con su utilización, como para facilitar la identificación de deficiencias en las colecciones y el desarrollo de colecciones de referencia. Desde entonces, a pesar del trabajo considerable sobre la caracterización informado por numerosos bancos de genes y programas afines que involucraban, a menudo, la colaboración regional e internacional (ver Capítulo 6), la información producida se ha infrautilizado debido, en gran medida, a la falta de normalización y a las restricciones de accesibilidad. Numerosos informes de países indicaron que la falta de datos sobre caracterización y evaluación fácilmente disponible es una de las principales limitaciones para un mayor uso de los RFAA en los programas de mejoramiento.

El Cuadro 3.6 indica el nivel de caracterización de las colecciones conservadas en los centros internacionales.

La medida en que se han caracterizado y evaluado las colecciones nacionales seleccionadas de germoplasma se presenta en el Cuadro 3.7, sobre la base de los datos de 40 países y 262 partes interesadas. Resulta evidente que, si bien la mayoría de los grupos sobre productos básicos de cultivos se han caracterizado sustancialmente de modo morfológico, se han hecho relativamente pocas evaluaciones bioquímicas. Entre los grupos sobre productos básicos de cultivos, los cultivos de fibra y las especias se han caracterizado y evaluado más extensivamente, mientras que la evaluación bioquímica se ha realizado sobre todo en los cultivos oleaginosos y las especias.

África

En la mayoría de las naciones africanas ha habido un aumento de la caracterización morfológica de materiales en

CAPÍTULO 3

las colecciones *ex situ* a partir de la publicación del Primer Informe. El trabajo ha sido principalmente hecho por los centros y programas nacionales relativos a los RFAA, a veces en colaboración con los institutos y las universidades de investigación. El nivel de caracterización morfológica es alto en el caso de las colecciones de cereales, leguminosas y cultivos oleaginosos de Etiopía (97 por ciento), las colecciones de cereales y hortalizas de Malí (99 por ciento)³⁷ y la colección de cacahuates de Senegal (100 por ciento). El 90 por ciento de la gran colección de cacao de Ghana se ha caracterizado en cuanto a caracteres morfológicos, el 10 por ciento mediante el uso de marcadores moleculares y el 80 por ciento se ha evaluado agrónomicamente y en términos de respuesta a estreses bióticos.³⁸ Distintos países, con la inclusión de Kenia, Malawi y Namibia informaron la generación de datos de caracterización morfológica, aunque los datos de caracterización agronómica, y particularmente molecular, fueron escasos en toda África. En general, es evidente, a partir de los informes de países, que aún se requiere un considerable trabajo en la mayoría de los países y que la capacidad, en particular respecto a las nuevas técnicas moleculares, aún dista de ser adecuada.

América

En América del Sur, numerosos países informaron sobre el registro de datos de la caracterización en varios caracteres morfológicos, agronómicos, moleculares y bioquímicos. En Argentina, Ecuador, el Estado Plurinacional de Bolivia y Perú, una gran proporción del total de existencias *ex situ*

se ha caracterizado morfológicamente, y casi la mitad se evaluó en función de los caracteres significativos en términos agronómicos, con inclusión de tolerancia al estrés ambiental y otras presiones. Cuba informó que había caracterizado sus existencias de germoplasma utilizando rasgos morfológicos, agronómicos, moleculares y bioquímicos para el 51, 80, 7 y 6 por ciento de las muestras, respectivamente.³⁹ México mencionó la caracterización morfológica y agronómica del 46 por ciento de los ejemplares, y Nicaragua del 100 por ciento. En el Caribe, San Vicente y las Granadinas expresó que en raras oportunidades se llevó a cabo la caracterización y la evaluación, pero Trinidad y Tobago informó un progreso considerable en esta área.

Asia y el Pacífico

En sus informes todos los países asiáticos indicaron que los datos de caracterización morfológica y evaluación agronómica estaban disponibles a nivel generalizado; por ejemplo, Japón ha compilado una parte completa de los datos de caracterización y, en India, los datos de caracterización y evaluación están disponibles en el 74 y el 73 por ciento de las colecciones nacionales de germoplasma, respectivamente. Las cifras equivalentes en Filipinas son del 40 y el 60 por ciento, respectivamente. Si bien India informó que cuenta con datos de caracterización molecular sobre el 21 por ciento de las muestras, solo el tres por ciento del total de las existencias de Filipinas, Malasia, Sri Lanka, Tailandia y Viet Nam cuenta con algunos datos sobre su caracterización molecular, y estos son principal-

CUADRO 3.6

Magnitud de la caracterización de algunas colecciones conservadas por los centros GICAI y por el AVRDC

Grupos de cultivos	% de muestras caracterizadas	Cantidad total de muestras	Centros que presentan informes
Cereales ³⁵	88	292 990	6
Leguminosas para alimentación	78	142 730	4
Hortalizas	17	54 277	1
Frutas (banana)	44	883	2
Forrajeras	45	69 788	3
Raíces y tubérculos	68	25 515	3
Total	73	586 193	11

Fuente: Programa de Recursos Genéticos para todo el Sistema del GICAI (SGRP) 2008.

CUADRO 3.7
Magnitud promedio del nivel de caracterización y evaluación de las colecciones nacionales en 40 países³⁶

Grupos de cultivos	Caracterizado		Porcentaje de existencias de germoplasma				Cantidad total de	
	Morfológicamente	Agronómicamente	Evaluado		Por factores bióticos	Muestras	Países que presentan informes	
			Bioquímicamente	Por factores abióticos				
Cereales	63	44	10	13	23	410 261	34	
Leguminosas	67	56	14	13	20	139 711	33	
Hortalizas	65	44	12	7	14	48 235	27	
Cultivos oleaginosos	63	42	52	11	17	40 700	18	
Cultivos de fibra	89	84	9	19	18	37 879	15	
Frutas, frutos secos y bayas	66	54	12	24	30	31 838	26	
Forrajes	43	50	15	13	15	27 120	20	
Raíces y tubérculos	66	54	13	17	24	22 834	27	
Espécies	82	81	39	7	22	17 755	10	
Estimulantes	53	64	20	22	35	10 413	15	
Cultivos de azúcar	46	80	22	36	57	6 413	14	
Plantas medicinales	65	64	24	11	43	3 744	7	
Plantas decorativas	74	23	0	48	47	2 622	8	
Otros	34	85	3	8	22	20 189	11	
Total	64	51	14	14	22	319 528	40	

Fuentes: NISM sobre RFAA, 2004, 2006, 2007, 2008.

CAPÍTULO 3

mente de leguminosas alimenticias y cereales. Una cantidad de países, incluyendo Malasia, Filipinas y Tailandia, también informaron sobre el uso de marcadores bioquímicos. En el Pacífico, la caracterización sobre la base de caracteres morfológicos, agronómicos y moleculares se informó en el caso de la colocasia en Fiji, Palau y Samoa.

Europa

De acuerdo con los informes de países, el estado de caracterización ha mejorado en términos generales en toda Europa a partir de la publicación del Primer Informe. Por ejemplo, en el *Institute for Agrobotany* (ABI) de Hungría, alrededor del 90 por ciento de las muestras de cereales y leguminosas, el 50 por ciento de las raíces y los tubérculos, el 75 por ciento de las hortalizas, el 80 por ciento de las forrajeras y el 30 por ciento de los cultivos infrautilizados ya se han caracterizado y evaluado. La República Checa informó datos relativamente completos sobre los rasgos significativos a nivel morfológico y agronómico, con inclusión de las presiones abióticas y bióticas, respecto a sus colecciones de árboles frutales, trigo, cebada, guisantes y soja. En Rumania, alrededor del 20 por ciento del total de las existencias en el banco nacional de genes se ha caracterizado en términos fenotípicos y se lo ha evaluado bioquímicamente. Albania informó su uso extensivo de descriptores morfológicos y agronómicos, pero indicó que, salvo algunas excepciones, los datos de caracterización no estaban fácilmente disponibles.

Cercano Oriente

La caracterización y la evaluación de los recursos genéticos que utilizan descriptores normalizados han avanzado en casi todos los países de la región desde la publicación del Primer Informe. La caracterización se ha realizado en una amplia gama de especies, en términos de caracteres morfológicos de importancia agronómica, los atributos de calidad y la tolerancia y resistencia a los estreses bióticos y abióticos. Varios países, por ejemplo, Egipto, Jordania, Marruecos, Pakistán, la República Árabe Siria, la República Islámica del Irán, Túnez y Turquía, también informaron que habían iniciado la caracterización molecular, en gran parte con estudios académicos. La caracterización molecular de la palmera

de dátiles se ha llevado a cabo en Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait y Qatar.

3.9 Transferencia de germoplasma

La información sobre la transferencia de germoplasma ofrece un indicador valioso sobre la utilización de los recursos fitogenéticos (ver Capítulo 4). Sin embargo, dicha información a menudo no se registra, y solo se brindaron datos limitados en los informes de países. No obstante, ahora existe más información disponible sobre este asunto, en comparación con el momento de la publicación del Primer Informe.

Los bancos de genes desempeñan un papel fundamental en la transferencia de germoplasma entre y dentro de los países. La transferencia de germoplasma comprende el intercambio entre bancos de genes, a veces como parte de los acuerdos de repatriación, el material recolectado en las misiones de recolección de campo, las adquisiciones de los bancos de genes a partir de los programas de investigación y mejoramiento, y la distribución a fitomejoradores, investigadores y, directamente, a agricultores.

Si bien hay cierta información disponible sobre las cifras totales de muestras transferidas, esta a menudo no se desglosa en cuanto a los distintos cultivos o tipos de germoplasma o la naturaleza de la institución beneficiaria o aportante. Contar con mayor información detallada de estos factores permitiría un mejor entendimiento de los patrones de uso. La Figura 4.1 del Capítulo 4 presenta una estimación indirecta de un aspecto del intercambio de germoplasma: las fuentes de germoplasma para el uso en programas de fitomejoramiento.

La capacidad de un potencial beneficiario de acceder a un ejemplar en particular a menudo está limitada por el tamaño de la muestra almacenada y su estado fitosanitario (ver Capítulo 7). Además, frecuentemente los sistemas de información inadecuados dificultan el acceso a una misma muestra desde una fuente alternativa.

Los datos completos sobre la adquisición y la distribución de germoplasma están disponibles con facilidad solo para los bancos de genes de los CIIA. Durante los últimos 12 años, los centros GICAI y el AVRDC han distribuido más de 1,1 millones de muestras, 615 000 de las cuales (cerca de 50 000 al año) se destinaron a beneficiarios externos. En general, la distribución total se ha

mantenido estable a lo largo del período entre 1996 y 2007, en alrededor de 100 000 muestras al año, a pesar de haberse registrado un máximo en 2004. Estas cifras son similares a las mencionadas en el Primer Informe para el período de 1993 a 1995.

En términos de los tipos de germoplasma distribuidos por los CIIA, la Figura 3.7 muestra que la proporción más grande comprende variedades nativas, seguidas de especies silvestres y líneas de mejoramiento.

La Figura 3.8 presenta la distribución del germoplasma por parte de los CIIA a los distintos tipos de organizaciones beneficiarias. Casi la mitad del germoplasma se ha distribuido entre o dentro de los centros mismos, y el 30 por ciento se destinó a los SNIA de los países en desarrollo. Los SNIA de los países desarrollados recibieron un 15 por ciento, y el sector privado, un tres por ciento. Los materiales de mejoramiento y los cultivares avanzados se destinaron principalmente a los SNIA de países en desarrollo, mientras que los SNIA de los países desarrollados solicitaron fundamentalmente variedades nativas. Se solicitaron especies silvestres de igual manera en la mayoría de las organizaciones.

Las siguientes secciones describen el estado de la transferencia de germoplasma según cada región en base a la información consignada en los informes de países.

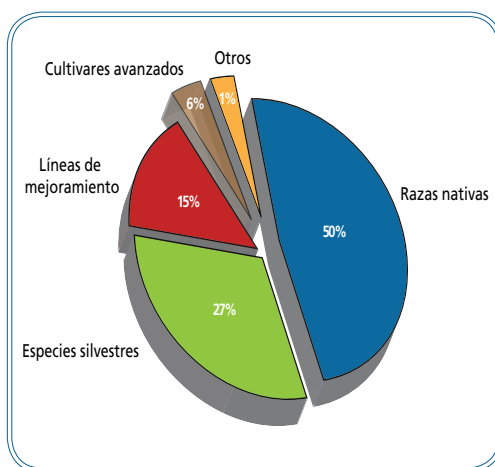
África

Se ha brindado escasa información sobre la transferencia de germoplasma en los informes de países de África. Uganda indicó que no se ha implementado un sistema nacional de control de la transferencia de germoplasma y Malí informó que la transferencia de germoplasma está documentada de modo deficiente. Tanto Ghana como Guinea manifestaron que había habido una transferencia considerable, pero no hubo cifras disponibles. Malawi informó sobre un aumento significativo de la transferencia de germoplasma desde 1996, que distribuyó más de 1 000 muestras y Kenya, que distribuyó 3 189 muestras en un periodo de cinco años. En su informe de país, Etiopía estimó que distribuyó anualmente un promedio de 5 000 ejemplares a programas nacionales.

Asia y el Pacífico

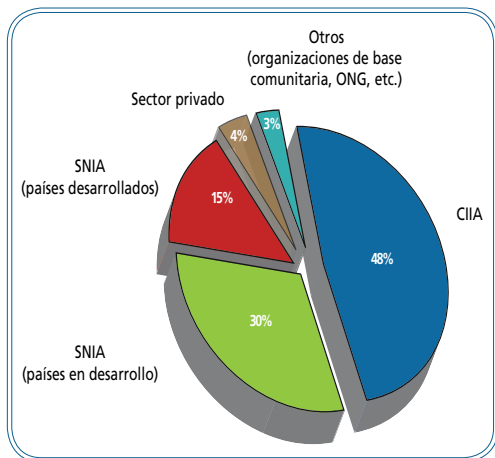
También se registró escasa información detallada sobre la transferencia de germoplasma en Asia; sin embargo,

FIGURA 3.7
Distribución del germoplasma conservado por los CIIA por tipo de germoplasma (1996-2007)



Fuente: GCIAI, SGRP 2008.

FIGURA 3.8
Distribución del germoplasma de los CIIA a los distintos tipos de organizaciones beneficiarias entre 1996 y 2007



Fuente: GCIAI, SGRP 2008.

CAPÍTULO 3

China ha distribuido 212 000 muestras desde 1998, el 95 por ciento de las cuales dentro del país. India ha distribuido más de 164 000 ejemplares durante los últimos diez años, mientras que Pakistán desde 1996 ha suministrado unas 13 000 muestras a instituciones nacionales y más de 5 000 a organizaciones internacionales. Japón distribuyó más de 36 000 ejemplares dentro del país y alrededor de 1 300 en el extranjero durante el periodo 2003-2007.

Europa

La medida de la transferencia de germoplasma en Europa y la disponibilidad de los datos afines fue considerablemente distinta según el país. Si bien Rumania informó escasa transferencia de germoplasma, Alemania mencionó que desde 1952, el IPK ha distribuido alrededor de 710 000 muestras a distintos usuarios y, por ejemplo, distribuyó más de 13 000 ejemplares solo en 2006. Entre 1985 y 2003, se solicitaron 140 000 muestras al banco de genes *Federal Centre of Breeding Research on Cultivated Plants* (BAZ) en Braunschweig, Alemania. Polonia distribuyó entre 5 000 y 10 000 ejemplares por año entre 1996 y 2007, y Suiza distribuyó un promedio anual de 270 muestras a nivel nacional e internacional.

Cercano Oriente

Jordania informó que la mayor parte de la transferencia de germoplasma tuvo lugar entre los agricultores, una situación que también probablemente ocurre en muchos otros países de esta región y en otros lugares. Sin embargo, es difícil evaluar la importancia de los intercambios entre agricultores con relación a la distribución total de la diversidad genética a nivel nacional, regional e internacional. Chipre indicó que había escasa sensibilización pública respecto a la existencia de su banco de genes y, por lo tanto, hubo pocas solicitudes de germoplasma, un problema que probablemente también ha ocurrido en otros países. Hubo escasa información relativa a esta región.

3.10 Jardines botánicos

Existen más de 2 500 jardines botánicos a nivel mundial que, en conjunto, cultivan más de 80 000 especies de plantas (aproximadamente un tercio de todas las varie-

dades de plantas conocidas).⁴⁰ Al igual que sus colecciones vivas, los jardines botánicos a menudo cuentan con herbarios y colecciones carpológicas y con una cantidad creciente de bancos de semillas y colecciones *in vitro*. En general, los jardines botánicos se concentran en la conservación de la diversidad interespecífica de la flora y, de este modo, tienden a conservar una gran cantidad de especies con relativamente pocas muestras de cada una.

Durante los últimos diez años, la cantidad de jardines botánicos registrados en la base de datos global de *Botanic Gardens Conservation International* aumentó de 1 500 a más de 2 500,⁴¹ lo que en parte refleja el interés actual en el establecimiento de nuevos jardines botánicos en muchas partes del mundo. En su informe de país, China indicó que contaba con 170 jardines botánicos, e India con 150. La Federación de Rusia informó que cuenta con aproximadamente 75 jardines botánicos; Alemania, 95; Italia, 102; México, 30, e Indonesia, 12. La mayoría de los demás países, sin embargo, informaron menos de 10. A menudo los jardines botánicos mantienen existencias sustanciales de germoplasma, a pesar de que solo un porcentaje de estas son importantes para la alimentación y la agricultura. Los jardines botánicos alemanes, en su conjunto, conservan alrededor de 300 000 muestras de 50 000 taxones.

Los jardines botánicos son instituciones diversas; muchos se relacionan con universidades y se concentran en la investigación y la docencia (tal como se menciona en 19 informes de países), mientras que otros pueden ser gubernamentales, municipales o privados. A lo largo de su historia, los jardines botánicos se han encargado de cultivar plantas de importancia para la humanidad y con fines medicinales, económicos y decorativos. Recientemente, el objetivo de muchos jardines se ha orientado a la conservación de variedades halladas en la flora silvestre autóctona (tal como se menciona en 19 informes de países), especialmente aquellas en peligro de extinción. Muchas de estas variedades son de importancia directa socioeconómica o cultural para las comunidades locales o, en algunos casos, son ESAC; ambos son grupos que tienden a estar no tan bien representados en las colecciones tradicionales de RFAA.

El GSPC,⁴² adoptado por el CDB en 2002, comprende algunas metas mensurables para la conservación de plantas. Los jardines botánicos desempeñan una función fundamental en el desarrollo de la estrategia, y se espera que puedan hacer aportes importantes a su implementación. Otras organizaciones internacionales, con la inclusión de

Biodiversity International, la FAO y la UICN, también se han identificado como asociados internacionales líderes para metas específicas, y su función es apoyar la implementación de la Estrategia en los países. En algunos países, las consultas hechas con las partes interesadas para desarrollar respuestas nacionales al GSPC han tenido éxito en reunir a los jardines botánicos y sectores del medio ambiente con el sector agrícola, a fin de forjar vínculos más estrechos para la conservación de los RFAA. Sin embargo, en muchos países, los vínculos intersectoriales aún están deficientemente desarrollados, y los jardines botánicos no están, por lo general, incluidos en los programas o redes nacionales de recursos fitogenéticos. A pesar de esto, los jardines botánicos se mencionan como partes involucradas en la conservación vegetal de 98 países y los informes de Kenya, Uganda y Zambia específicamente expresaron que los jardines botánicos están incluidos en sus redes nacionales de recursos fitogenéticos.

3.10.1 Instalaciones, estadísticas y ejemplos de conservación

La mayoría de los jardines botánicos están ubicados en Europa (36 por ciento) y en el continente americano (34 por ciento), con un 23,5 por ciento en Asia y el Pacífico, y solo el 5,5 por ciento en África. A nivel mundial, más de 800 jardines botánicos se concentraron específicamente en la conservación y sus colecciones *ex situ* comprenden una amplia gama de especies importantes en términos socioeconómicos. Las ESAC están bien representadas en las colecciones de los jardines botánicos con, por ejemplo, más de 2 000 taxones de ESAC en los jardines botánicos de Europa. El Cuadro 3.8 presenta más detalles sobre las ESAC en colecciones de jardines botánicos. Del mismo modo, unos 1 800 taxones de plantas medicinales están representados en colecciones de jardines botánicos a nivel mundial.⁴³

La conservación *ex situ* en los jardines botánicos tiende a concentrarse en las colecciones vivas y, en este sentido, estas pueden desempeñar una función útil en la conservación de variedades de multiplicación vegetativa, aquellas con semillas recalcitrantes y especies forestales. En su informe de país, Polonia, por ejemplo, se refiere especialmente a la conservación de germoplasma de manzana en un jardín botánico. Sin embargo, la conservación de semillas es importante para algunos jardines

botánicos y al menos 160 jardines de todo el mundo cuentan con bancos de semillas. El *Millennium Seed Bank Project* (MBSB) del Real Jardín Botánico de Kew es el más grande y, junto con sus asociados alrededor del mundo, aspira a conservar semillas de 24 200 variedades en 2010, con el objetivo particular en las especies de tierras áridas. El banco de semillas más grande de China, el *Germplasm Bank of Wild Species* (GBWS), se encuentra en el Jardín Botánico del *Kunming Institute of Botany*. En Europa, la red *European Native Seed Conservation Network* (ENSCONET) reúne las actividades de conservación de semillas de más veinte jardines botánicos y demás institutos de Europa. Mediante esta red, se conservan semillas de casi 40 000 muestras de más de 9 000 taxones de plantas europeas autóctonas.⁴⁵

3.10.2 Documentación e intercambio de germoplasma

La base de datos global *PlantSearch* del BGCI consta de unos 575 000 registros de aproximadamente 180 000 taxones⁴⁶ que se cultivan en cerca de 700 jardines botánicos a nivel mundial. Sin embargo, esta información consiste únicamente de nombres de variedades, y no incluye información descriptiva ni el país de origen de las muestras. A nivel nacional, algunos países han desarrollado bases de datos nacionales de plantas cultivadas en jardines botánicos que brindan más información detallada de cada ejemplar. Estas comprenden la *PlantCol* de Bélgica,⁴⁷ *SysTax* de Alemania⁴⁸ y la *Dutch National Plants Collection*.⁴⁹ En Estados Unidos de América, el *Plant Collections Consortium* aspira a reunir la información sobre las colecciones en 16 instituciones estadounidenses y cuatro instituciones internacionales.⁵⁰ En el Reino Unido e Irlanda del Norte, el *Electronic Plant Information Centre* (ePIC) desarrollado por el Real Jardín Botánico de Kew ofrece un único punto de búsqueda en todas las principales bases de datos sobre especímenes, bibliografía y taxonomía. La base de datos de información sobre semillas de Kew se incluye en el ePIC, que es una compilación continua de las características y caracteres de las especies, tanto a partir de las colecciones propias del MSBP como a partir de datos publicados y no publicados de numerosos biólogos de semillas a nivel mundial.⁵¹

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.8
Colecciones en jardines botánicos de cultivos seleccionados enumerados en el Anexo 1 del TIRFAA⁴⁴

Cultivo	Género	Cantidad de especies registradas en la búsqueda de plantas
Fruto del árbol del pan	<i>Artocarpus</i>	107
Espárrago	<i>Asparagus</i>	86
Col	13 géneros	122
Garbanzo	<i>Cicer</i>	16
Cítrico	<i>Citrus</i>	18
Ñame	<i>Dioscorea</i>	60
Fresa	<i>Fragaria</i>	16
Girasol	<i>Helianthus</i>	36
Boniato	<i>Ipomoea</i>	85
Guija	<i>Lathyrus</i>	82
Manzana	<i>Malus</i>	62
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	23
Patata	<i>Solanum tuberosum</i>	190
Sorgo	<i>Sorghum</i>	15
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> <i>Agropyron</i> <i>Elymus</i>	36
Haba/veza	<i>Vicia</i>	77
Caupí y otros	<i>Vigna</i>	12

Uno de los principales mecanismos internacionales para el intercambio de germoplasma entre jardines botánicos es el catálogo de germoplasma, el *Index Seminum*. Si bien es aún popular en Europa, la preocupación en torno a la potencial propagación de variedades invasivas ha limitado el uso del *Index Seminum* en Estados Unidos de América. En Europa, la red *International Plant Exchange Network* (IPEN) se desarrolló como una respuesta a las disposiciones sobre el ABS del CDB para facilitar el intercambio de germoplasma para uso no comercial.⁵²

3.11 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el *Estado mundial*

Si bien se han hecho avances significativos durante el período transcurrido a partir de la primera publicación del informe sobre el *Estado mundial*, en casi todas las áreas se requiere más trabajo. La mayoría de los cambios comprenden lo siguiente.

- Se han incorporado más de 1,4 millones de muestras de germoplasma a las colecciones *ex situ*, por lo que el total actual de ejemplares conservados a nivel mundial es aproximadamente de 7,4 millones. La mayoría de estos se conserva en bancos de genes de semillas.
- Se han recolectado más de 240 000 nuevas muestras y ahora se las conserva *ex situ*. Sin embargo, se cree que esta cantidad se ha subestimado considerablemente, dado que numerosos países no han suministrado cifras relativas a la cantidad de muestras recolectadas.
- Menos países representan el 45 por ciento del total mundial de existencias de germoplasma *ex situ* en comparación con 1996.
- El interés en recolectar y mantener las colecciones de ESAC está aumentando a medida que cambian los sistemas de uso de la tierra, crecen las inquietudes respecto a los efectos del cambio climático y las técnicas para el uso del material se vuelven más potentes y de mayor disponibilidad.
- El interés también está en aumento con relación a los cultivos marginados e infrautilizados, debido al reconocimiento de su potencial para generar productos de alto valor y a medida que se espera que surjan cultivos novedosos para las nuevas condiciones medioambientales generadas por el cambio climático.
- Se han hecho avances significativos en la regeneración: a nivel internacional, en gran medida como resultado de la financiación prevista a los centros GCIAl para el proyecto *Global Public Goods* y, a nivel internacional, en parte como resultado de los fondos provistos por el GCDT. Sin embargo, aún hay mucho por hacer.
- La documentación y los datos de caracterización de las colecciones han progresado de algún modo, a pesar de que aún existen grandes deficiencias de datos y una gran parte de los existentes no son accesibles por medios electrónicos.
- La cantidad de jardines botánicos alrededor del mundo ahora supera los 2 500, y conservan muestras

de unas 80 000 especies de plantas, con la inclusión de ESAC. Los jardines botánicos tomaron la delantera en el desarrollo del GSPC adoptado por el CDB en 2002.

- El GCDT, fundado en 2004, representa un paso clave hacia el apuntalamiento de la capacidad mundial para garantizar los RFAA a largo plazo.
- Con el establecimiento del altamente innovador SGSV, ahora está disponible el último recurso de depósito de seguridad gratuito para la comunidad global a los fines del almacenamiento a largo plazo de muestras de semillas en duplicado.

3.12 Deficiencias y necesidades

Las necesidades generales de la conservación *ex situ* continúan, en gran medida, siendo las mismas que aquellas enumeradas en el Primer Informe. Esto no significa que no se haya avanzado, sino que el progreso aún no se ha completado y que muchas de las restricciones más importantes solo pueden abordarse mediante compromisos y acciones a largo plazo. Las deficiencias y las necesidades que todavía existen son las siguientes.

- Numerosos países, a pesar de estar al tanto de la importancia de la recolección, la conservación, la regeneración, la caracterización, la documentación y la distribución de los recursos fitogenéticos, no cuentan con capacidad humana, fondos o instalaciones suficientes para llevar a cabo el trabajo necesario, según las normas requeridas. Muchas colecciones valiosas están en peligro dado que el almacenamiento y la gestión se encuentran en un nivel subóptimo.
- Se requieren mayores esfuerzos para construir un verdadero sistema global racional de las colecciones *ex situ*. Esto requiere, en particular, la consolidación de la confianza y la cooperación regionales e internacionales.
- Si bien existen aún altos niveles de duplicación a nivel global para ciertos cultivos, especialmente los principales, una gran parte de ello es involuntario, y muchos cultivos y colecciones importantes cuentan con duplicaciones de seguridad inadecuadas. La situación es más seria cuando se trata de variedades de propagación vegetativa y de variedades con semillas recalcitrantes.
- A pesar de los progresos significativos en la regeneración de colecciones, muchos países aún carecen

de los recursos necesarios para mantener niveles adecuados de viabilidad.

- En lo que respecta a varios cultivos principales, como el trigo y el arroz, una gran parte de la diversidad genética ahora está representada en las colecciones. Sin embargo, en el caso de muchos otros cultivos, especialmente aquellos marginados e infrautilizados y de las ESAC, todavía no existen colecciones completas y deben cubrirse deficiencias considerables.
- A fin de mejorar la gestión de las colecciones y de alentar un uso mejorado del germoplasma, la documentación, la caracterización y la evaluación deben fortalecerse y unificarse, y los datos deben ser más accesibles. Se necesita una mayor estandarización de los sistemas de manejo de datos e información.
- Las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* deben vincularse de mejor manera para garantizar la conservación de una cantidad máxima de diversidad genética de la manera más adecuada y para que la información biológica y cultural no se pierda por descuido.
- Se requieren mayores esfuerzos por promover el uso de los recursos genéticos conservados en las colecciones. Se requieren vínculos más fuertes entre los responsables de las colecciones y aquellos cuyo principal interés radica en la utilización de los recursos, especialmente para el fitomejoramiento.
- En la iniciativa destinada a movilizar recursos adicionales para la conservación *ex situ*, se requieren mayores esfuerzos para sensibilizar a los responsables de las políticas y al público en general acerca de la importancia de los RFAA y la necesidad de salvaguardarlos.

Bibliografía

- ¹ Disponible en <http://apps3.fao.org/wiews>.
- ² Informes de países: Brasil, China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, India, Japón y México.
- ³ Más de 40 países que informaron haber emprendido misiones de recolección desde 1996 no suministraron cifras respecto a la cantidad de muestras recolectadas.

CAPÍTULO 3

- ⁴ Se incluye la recolección de muestras duplicadas resultantes de misiones conjuntas.
- ⁵ Se excluyen los bancos de genes especializados que solo cuentan con existencias genéticas de plantas que no son para la alimentación y la agricultura.
- ⁶ Agrupamiento de países por región y subregión conforme al Apéndice 1 del Primer Informe sobre el *Estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo*.
- ⁷ **Spoooner, D. M. y William, K. A.** 2004. *Germplasm acquisition. Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Nueva York, Marcel Dekker Inc.
- ⁸ Documentos relativos a la estrategia de cultivos. Para mayores detalles, visite <http://www.croptrust.org/main/strategy.php>.
- ⁹ El NCPGR conserva la colección del USDA, con inclusión del 76 por ciento de material duplicado conforme al NPGS.
- ¹⁰ Informes de países: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de).
- ¹¹ Con inclusión de formas silvestres de las mismas especies que las cultivadas, especies silvestres relacionadas con las cultivadas, y variedades de malas hierbas/semisilvestres o mínimamente cultivadas que comprenden una parte de la reserva genética de cultivos.
- ¹² Op. cit. Nota al pie 8.
- ¹³ **de Vicente, C. y Andersson, M. S.** (redactores). 2006. *DNA banks - providing novel options for genebanks?* Bioersity International (ex IPGRI), Roma. Disponible en http://books.google.com/books?id=B8Of_QoxRXC.
- ¹⁴ **Engelmann, F.** *Genetic Resource Conservation of Seeds. Encyclopedia of Plant and Crop Science*. Nueva York, Marcel Dekker Inc.
- ¹⁵ **Gómez-Campo, C.** 2007. *A guide to efficient long-term seed preservation*. Monographs ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid. 170: 1-17.
- ¹⁶ *Global strategy for the ex situ conservation and use of barley germplasm*. 2008. Disponible en http://www.croptrust.org/documents/web/Barley_Strategy_FINAL_27Oct08.pdf.
- ¹⁷ Disponible en www.croptrust.org.
- ¹⁸ **Koury, C., Laliberté, B. y Guarino, L.** 2009. *Trends and constraints in ex situ conservation of plant genetic resources: A review of global crop and regional conservation strategies*. Disponible en <http://www.croptrust.org/documents/WebPDF/Crop%20and%20Regional%20Conservation%20Strategies%20Review.pdf>.
- ¹⁹ Datos NISM relativos a los RFAA de 47 países y sobre la base de las respuestas de 240 bancos de genes. Disponible en www.pgrfa.org/gpa.
- ²⁰ **CIMMYT.** 2007. *Global strategy for the ex situ conservation with enhanced access to wheat, rye and triticale genetic resources*. Disponible en <http://www.croptrust.org/documents/web/Wheat-Strategy-FINAL-20Sep07.pdf>.
- ²¹ Se supone que 115 partes interesadas de 32 países almacenaron información sobre las existencias *ex situ* en MS Excel (bases de datos del NISM). Disponible en www.pgrfa.org/gpa.
- ²² Disponible en <http://singer.cgiar.org/>.
- ²³ Etiopia y países de la SADC.
- ²⁴ Disponible en <http://www.ars-grin.gov/>.
- ²⁵ Disponible en http://pgrc3.agr.gc.ca/search_grinca-recherche_rircg_e.html.
- ²⁶ Disponible en http://www.nias.affrc.go.jp/index_e.html.
- ²⁷ Disponible en <http://genebank.rda.go.kr/>.
- ²⁸ Disponible en <http://www2.dpi.qld.gov.au/extra/asp/auspgris/>.

- ²⁸ Disponible en <http://www.agresearch.co.nz/seeds/default.aspx>.
- ³⁰ Disponible en <http://www.crop.cri.nz/home/research/plants/genebank.php>.
- ³¹ Disponible en <http://www.ecpgr.cgiar.org/Networks/NCG>.
- ³² Sistema del banco de genes desarrollado por NordGen. Disponible en <http://tor.ngb.se/sesto/>.
- ³³ Disponible en <http://www.pgrfa.org/gpa/aze>.
- ³⁴ Disponible en <http://www.fao.org/hortivar>.
- ³⁵ La información sobre la colección de trigo almacenada en el CIMMYT no está disponible.
- ³⁶ Informes de países: Argentina, Armenia, Azerbaiyán, Benin, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Congo, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Etiopía, Filipinas, Ghana, Guatemala, Guinea, India, Kazajistán, Kenya, Kirguistán, Líbano, Malasia, Malawi, Malí, Omán, Pakistán, Perú, Portugal, República Checa, República Dominicana, Senegal, Sri Lanka, Tailandia, Tayikistán, Togo, Uruguay, Uzbekistán, Venezuela (República Bolivariana de), Viet Nam y Zambia.
- ³⁷ Disponible en <http://www.pgrfa.org/gpa/eth> and <http://www.pgrfa.org/gpa/mli>.
- ³⁸ Disponible en <http://www.pgrfa.org/gpa/gha>.
- ³⁹ Disponible en <http://www.pgrfa.org/gpa/cub>.
- ⁴⁰ Información de las bases de datos globales del BGCI (PlantSearch –base de datos sobre plantas cultivadas en jardines botánicos– y GardenSearch –base de datos sobre jardines botánicos a nivel mundial–). Disponible en www.bgci.org.
- ⁴¹ **BGCI**. 2009. Disponible en http://www.bgci.org/garden_search.php.
- ⁴² **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**. 2002. GSPC. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Canadá.
- ⁴³ Más información disponible en www.ensconet.eu.
- ⁴⁴ Información de la base de datos PlantSearch del BGCI.
- ⁴⁵ **Sharrock, S. y Wuse Jackson, D.** 2008. *The role of botanical gardens in the conservation of crop wild relatives*. En: *Maxted, N. et al (redactores). Crop wild relative conservation and use*. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- ⁴⁶ Datos correctos a marzo de 2009.
- ⁴⁷ Disponible en www.plantcol.be/index.php.
- ⁴⁸ Disponible en www.biologie.uni-ulm.de/systax/.
- ⁴⁹ Disponible en www.nationale-plantencollectie.nl/.
- ⁵⁰ Disponible en www.PlantCollections.org.
- ⁵¹ Más información disponible en <http://epic.kew.org/index.htm>.
- ⁵² Más información disponible en www.bgci.org/resources/abs/a.



Capítulo 4

El estado de utilización

4.1 Introducción

En un mundo cuya población está en expansión, con climas, plagas y enfermedades cambiantes, escasez de recursos cada vez mayor y desorden financiero y social, la utilización sostenible de los RFAA nunca fue más importante ni ofreció mayores oportunidades. El desarrollo de nuevas variedades de cultivos depende fundamentalmente de que los fitomejoradores y los agricultores tengan acceso a la diversidad genética para desarrollar variedades con rendimientos mayores y más confiables, resistentes a plagas y enfermedades, y tolerantes al estrés abiótico, hagan una utilización más eficiente de los recursos y generen productos y subproductos nuevos y de mejor calidad.

Por supuesto, los RFAA tienen muchos otros usos, como la introducción directa para la producción en la finca, así como también en educación e investigación científica con temas que van desde los orígenes de los cultivos hasta la expresión genética. También se los emplea para restaurar tierras y las variedades tradicionales y locales suelen tener gran importancia a nivel social y cultural. Aunque en los informes de los países hay indicios de que el valor de los RFAA para los usos mencionados está aumentando, este capítulo se focalizará sobre todo en el que sigue siendo su uso principal: obtención de nuevas variedades de cultivos y su difusión a los agricultores. El capítulo brinda un resumen del uso actual de los RFAA, atendiendo principalmente a la situación en los países en desarrollo que, en muchos casos, aún carecen de los recursos humanos y fi-

nancieros necesarios para hacer un uso pleno de los RFAA. Se presenta un resumen de los cambios que tuvieron lugar desde que se publicó el Primer Informe y se identifican las principales deficiencias y necesidades para el futuro.

4.2 Distribución y uso del germoplasma

Los datos sobre la distribución del germoplasma por los bancos de genes brindan indicadores de tendencias en el uso de los RFAA por parte de grupos diferentes. El Cuadro 4.1 muestra el movimiento de RFAA de los bancos de genes de los CIAA a los usuarios entre 1996 y 2006. Los valores dentro de cada columna indican la importancia relativa de cada tipo de muestra para una cierta clase de usuario. La última columna muestra que los CIAA distribuyen más muestras de variedades nativas que todos los otros tipos de material combinados, seguidos por las especies silvestres.

En los informes nacionales no suele haber información exhaustiva sobre la distribución de germoplasma por bancos de genes nacionales para un cierto período. Sin embargo, Japón informó que su banco de genes distribuyó 12 292 muestras en 2003 y solo 6 150 en 2007. En este período de cinco años se envió la mayor parte de las muestras (24 251) a corporaciones independientes o instituciones públicas de investigación dentro del país, a universidades (10 935), a otros países (1 299) y al sector privado (995). El informe de Polonia indicó que la cantidad de muestras enviadas en 1997 y 2007 fue muy

CUADRO 4.1

Porcentaje de muestras de distintos tipos de RFAA distribuidos por los CIAA a diferentes clases de usuarios entre 1996 y 2006

Tipo de muestras	Dentro/ entre CIAA	SNIA Países en desarrollo	SNIA Países desarrollados	Sector privado	Otros	Número total de muestras	% del total
Variedades nativas	57,9	48,5	45,0	51,7	65,7	194 546	51
Especies silvestres	29,2	19,0	40,5	7,1	19,1	104 982	27
Líneas de mejoramiento	8,5	23,1	5,4	36,0	6,5	56 804	15
Variedades avanzadas	3,5	8,0	9,1	5,1	8,6	24 172	6
Otros	0,9	1,4	0,1	0,1	0,1	3 767	1

Fuente: Encuesta realizada por el SGRP de los CIAA. La información fue suministrada por los administradores de bancos de genes y no es uniforme entre distintos bancos de genes respecto a la inclusión o ausencia de datos sobre el material distribuido por mejoradores en sus redes.

CAPÍTULO 4

similar (aproximadamente 5 700); sin embargo, hubo un aumento significativo en 2002, cuando se distribuyeron unas 10 000 muestras.

Aunque hay un amplio espectro de recursos genéticos disponibles a nivel nacional e internacional, los fitomejoradores suelen elegir la mayoría de sus materiales parentales de sus propias colecciones de trabajo y de viveros provistos por los centros del GCIAI. Esto se debe en gran medida a la dificultad de transferir genes desde ambientes no adaptados y al hecho de que las colecciones de germoplasma suelen carecer de datos útiles de caracterización o evaluación. A pesar de esto, como se indica en la Figura 4.1, los programas nacionales de fitomejoramiento hacen un uso razonable de los recursos genéticos almacenados en los bancos de genes.

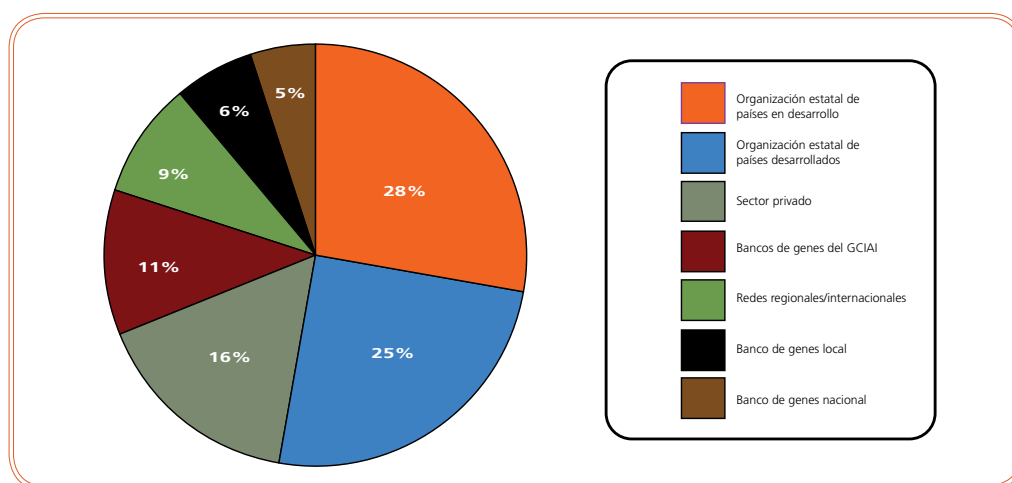
4.3 Caracterización y evaluación de los RFAA

La caracterización de los RFAA es el proceso mediante el cual se describen las muestras con respecto a un conjunto particular de caracteres morfológicos. Estos caracteres suelen ser muy heredables, fácilmente me-

didados o evaluados y se expresan del mismo modo en todos los ambientes. Las muestras de RFAA también pueden caracterizarse empleando herramientas biotecnológicas modernas, como por ejemplo distintos tipos de marcadores moleculares (marcadores genotípicos). La evaluación de RFAA, a su vez, brinda información sobre caracteres que generalmente se consideran poseedores de utilidad agronómica real o potencial. Con frecuencia, la expresión de dichos caracteres varía con el ambiente, por lo que para obtener conclusiones válidas es necesario hacer evaluaciones en distintos ambientes, que correspondan preferentemente a aquellos experimentados por los grupos beneficiarios objetivo.

Los informes de países fueron casi unánimes al sugerir que uno de los obstáculos más significativos para un uso más extendido de los RFAA es la falta de datos adecuados de caracterización y evaluación y la capacidad de generar y gestionar dichos datos. Mayor caracterización y evaluación son prioridades principales en el PAM (esfera de actividad prioritaria 9). Disponer de datos más exhaustivos y más fácilmente accesibles sobre caracteres y cultivos permitiría a los fitomejoradores y a otros investigadores seleccionar germoplasma de modo más eficiente y ayudar a obviar la necesidad de repetir las selecciones. El

FIGURA 4.1
Fuentes de RFAA usadas por mejoradores que trabajan en programas nacionales de fitomejoramiento



Fuente: NISM 2008 (disponible en www.pgrfa.org/gpa). Las cifras se basan en la respuesta de 268 mejoradores de 39 países en desarrollo a una pregunta sobre el origen de los RFAA usados en sus programas de mejoramiento.

problema de la falta de datos comprende desde la escasez de datos básicos de pasaporte y caracterización para varias muestras hasta una falta relativa de datos de evaluación disponibles a nivel público para la mayoría de las muestras, incluso sobre caracteres agronómicos y fisiológicos estándar. Si bien el problema es serio en varias colecciones de los cultivos principales, se vuelve más grave para cultivos infrautilizados y ESAC. Tailandia fue uno de los pocos países que informó sobre la realización de una evaluación económica de sus muestras. China pidió mejores estándares de evaluación, mientras que los Países Bajos informaron que habían armonizado sus datos de evaluación y que dichos datos ya estaban disponibles en línea. España también informó progresos en esta área.

En el Cuadro 4.2 se ofrecen indicadores del grado y la naturaleza de la caracterización del germoplasma. En general, parece que el mayor esfuerzo se dirigió hacia la caracterización de caracteres morfológicos y agronómicos y que los marcadores moleculares se usaron relativamente poco fuera del Cercano Oriente. El estrés abiótico y el estrés biótico recibieron aproximadamente la misma atención.

Desde que se publicó el Primer Informe, las colecciones de referencia y otros subconjuntos de colecciones se han vuelto cada vez más importantes como medios para mejorar la eficiencia y eficacia de la evaluación. Una colección de referencia es un subconjunto de una colección mayor que busca capturar la máxima diversidad genética dentro de una cantidad reducida de muestras.¹ Aunque el tema no se incluyó en el Primer Informe, muchos informes de países señalaron el valor que tiene para los fitomejorados

res² contar con colecciones y minicolecciones de referencia bien documentadas, y varios sugirieron que sería útil expandir la cantidad de colecciones de referencia para incluir más cultivos que los disponibles actualmente. Otros países, sin embargo, no las consideraron útiles.³ Bangladesh declaró que solo se disponía de conocimiento limitado sobre las colecciones de referencia en el país y Sri Lanka informó que las colecciones de referencia “no han sido dispuestas para ningún cultivo ... [lo que] dificultará el uso del germoplasma conservado”. Argentina hizo notar que las colecciones de referencia son útiles para la preselección y podrían ayudar a aumentar el uso de las colecciones nacionales. Sin embargo, también resaltó que el “desarrollo de las colecciones de referencia ... requiere un amplio conocimiento y caracterización del germoplasma”.

Se informaron varios casos en los que las colecciones de referencia fueron creadas en un intento por mejorar el uso de los RFAA. En el continente americano, los seis países del Cono Sur colaboraron para crear una colección de referencia regional de maíz, constituida por componentes nacionales manejados de modo independiente. Colectivamente, esta colección representa un porcentaje significativo de la herencia genética de la región e incluye 817 de las 8 293 muestras mantenidas en la región⁴. Además de maíz, Brasil constituyó colecciones de referencia de frijoles y arroz, y Uruguay de cebada. Otros ejemplos incluyen a Kenya, que estableció una colección de referencia de sésamo; Malasia, que estableció diez colecciones de referencia, con inclusión de yuca, boniato y colocasia; y China, que estableció seis colecciones

CUADRO 4.2

Rasgos y métodos usados para caracterizar el germoplasma: porcentaje de muestras caracterizadas y/o evaluadas usando ciertos métodos, o evaluadas para ciertos rasgos, promedio de países en cada región

Región	N. ^o a	Morfología	Marcadores moleculares	Rasgos agronómicos	Rasgos bioquímicos	Estreses abióticos	Estreses bióticos
África	62	50	8	38	9	14	24
Américas	253	42	7	86	23	18	25
Asia y el Pacífico	337	67	12	66	20	27	41
Europa	31	56	7	43	8	22	23
Cercano Oriente	229	76	64	77	57	63	69

Fuente: NMII 2008 (disponible en www.pgrfa.org/gpa). Las cifras se basan en la respuesta de 323 partes interesadas de 42 países en desarrollo a una pregunta sobre el porcentaje de muestras caracterizadas y/o evaluadas para los distintos rasgos.

^a Número total de colecciones *ex situ* relevadas para las que existen datos de caracterización.

CAPÍTULO 4

de referencia que incluyen arroz, maíz y soja. En Europa, Portugal tiene colecciones de referencia de maíz y arroz, y la Federación de Rusia tiene 20 colecciones de referencia, con trigo, cebada y avena, inclusive. Ni los informes de países del Cercano Oriente ni la consulta regional evidenciaron esfuerzos realizados para las colecciones de referencia.

El Cuadro 4.3 indica las principales limitaciones percibidas para la definición y el establecimiento de colecciones de referencia. Se considera que la falta de información adecuada sobre las muestras es el obstáculo principal. Uganda, por ejemplo, declaró que en la actualidad "... no hay colecciones de referencia pues las muestras de recursos fitogenéticos conservadas no fueron evaluadas exhaustivamente ...". La falta de fondos y de personal también se considera una limitación significativa, así como la evidente falta de muestras adecuadas.

Sin bien las colecciones de referencia siguen siendo el modo más común de subdividir las colecciones para facilitar su evaluación y uso, recientemente se desarrollaron otros métodos útiles y poderosos. FIGS, por ejemplo, es una metodología que emplea las procedencias geográficas para identificar subconjuntos personalizados de muestras con caracteres únicos y múltiples que pueden ser de importancia para los programas de fitomejoramiento. Esta metodología se estableció para la colección combinada de variedades nativas de trigo compuesta por el VIR, el ICARDA y la Australian Winter Cereals Collection (AWCC). Su base de datos, que es de acceso libre, puede explorarse usando FIGS.⁵

Desde la publicación del Primer Informe hubo varias iniciativas internacionales nuevas que apoyan la mayor caracterización y evaluación del germoplasma. Entre ellas hay varias actividades emprendidas por el GCDT y el Generation Challenge Programme (GCP) del GICAI. Ambos brindan herramientas adicionales para facilitar el establecimiento de subcolecciones y promover la utilización de los RFAA, esto último mediante el uso de técnicas moleculares.

4.4 Capacidad del fitomejoramiento

Hay muchos modos de mejorar genéticamente los cultivos, desde las tradicionales técnicas de cruzamiento y selección hasta las más recientes de transferencia de genes, pero todos dependen de la capacidad de los fitomejoradores de reunir los genes de los caracteres deseados en las nuevas variedades. La mayoría de los países, reconociendo la importancia del fitomejoramiento genético, apoyan alguna forma de sistema privado y/o público de fitomejoramiento. La GIPB⁶ ha evaluado la capacidad de fitomejoramiento en todo el mundo; la información obtenida puede encontrarse en la base de datos de la Evaluación de las Capacidades de Fitomejoramiento y Biotecnología asociada (PBBC).⁷ Si bien la asignación de recursos al fitomejoramiento durante la última década ha sido relativamente constante a nivel global, hay una considerable variación entre los países

CUADRO 4.3

Obstáculos principales para el establecimiento de colecciones de referencia: porcentaje de encuestados en cada región que indicaron que una restricción en particular representaba una limitación en la región

Región	Fondos	Falta de personal	Número limitado de muestras	Necesidad no reconocida	Información limitada sobre las muestras	Acceso limitado al germoplasma	Método demasiado complejo	Falta de interés
África	100	67	50	17	67	0	8	8
Asia y el Pacífico	44	67	44	67	78	33	44	11
Américas	92	75	42	33	75	17	0	8
Europa	100	33	67	33	100	0	0	0
Cercano Oriente	67	89	67	44	33	22	22	22

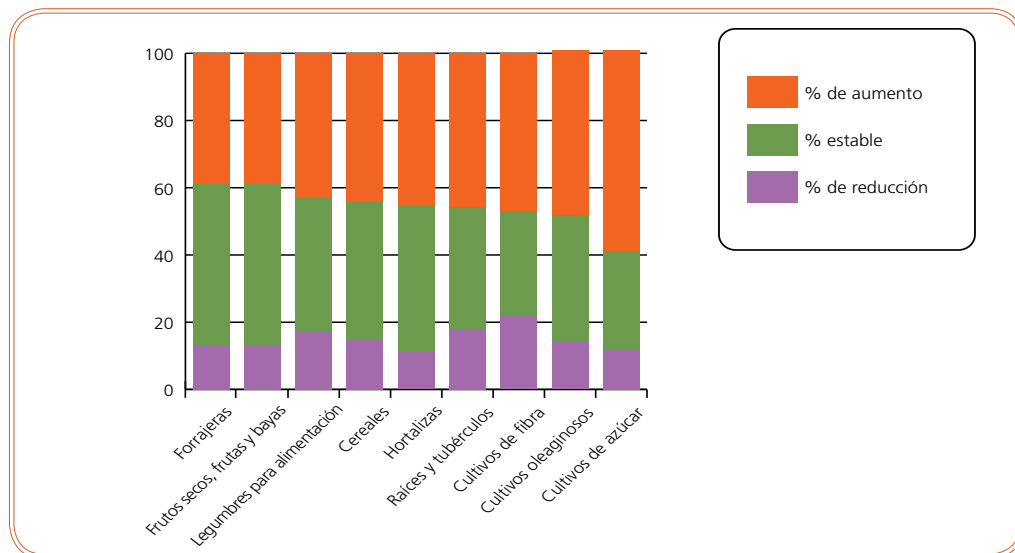
Fuente: NISM 2008 (disponible en www.pgrfa.org/gpa). Las cifras se basan en la respuesta de 45 fitomejoradores de 45 países en desarrollo a una pregunta sobre los obstáculos para establecer colecciones de referencia en el país.

individuales y entre regiones. Ciertos programas nacionales, por ejemplo en América central y en África oriental y del norte, informaron sobre un modesto aumento en la cantidad de fitomejoradores,⁸ pero hubo una disminución en otros, por ejemplo, en Europa oriental y Asia central. En el resto de Asia hubo disminuciones en Bangladesh y Filipinas, mientras que las cifras aumentaron en Tailandia.⁹

En la Figura 4.2 se resumen los resultados de un relevamiento que estudió las tendencias en la capacidad de fitomejoramiento en los países en desarrollo. Según la percepción de los fitomejoradores, desde 1996 la capacidad general para la mayoría de los cultivos o grupos de cultivos permaneció estable o se redujo. Parece haber relativamente pocas áreas en las que una inversión mayor permitió un progreso en la creación de capacidad necesaria para resolver problemas que surgirán en el futuro.

A partir de la información proveniente de los informes de países y de la base de datos GIPB-PBBC, se realizó una comparación entre países que participaron en el Primer Informe y un conjunto similar de países en 2009, en relación con los programas de fitomejoramiento privados frente a los públicos. En general, hubo un aumento en la cantidad de países que informaron sobre la existencia de programas públicos de fitomejoramiento; Europa es una excepción. El aumento es incluso más importante en el sector privado (ver Figura 4.3). Tanto el sector público como el privado mostraron el mayor porcentaje de aumento en África, lo que indica que se han creado muchos nuevos programas en esta región desde el Primer Informe. Sin embargo, si bien la mayoría de los países tienen programas de fitomejoramiento tanto públicos como privados, muchos informes de países indican que hay una tendencia a alejarse del sector público.¹⁰ Incluso, aunque hubo un aumento en los recursos destinados al fitomejoramiento público en términos nominales,

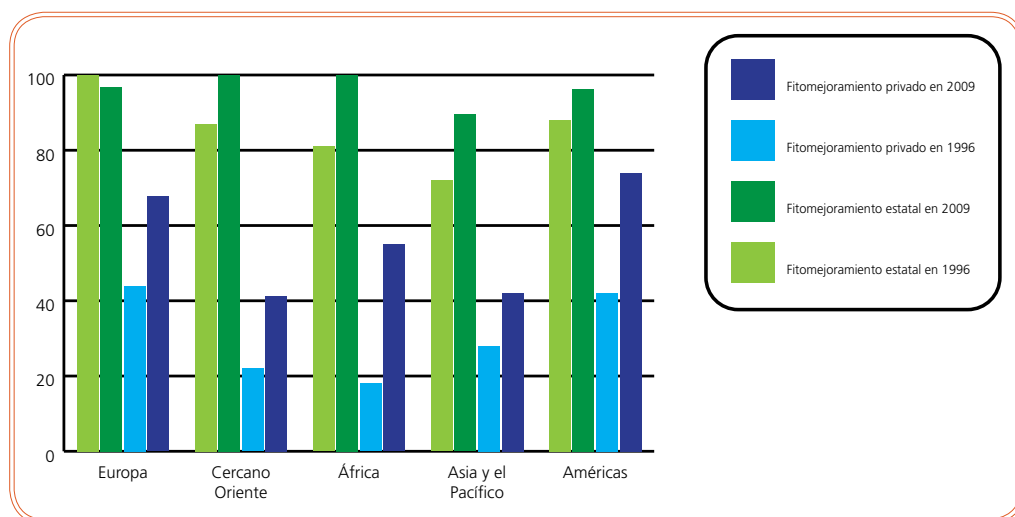
FIGURA 4.2
Tendencias en la capacidad de fitomejoramiento; porcentaje de encuestados que indican que los recursos humanos, financieros y de infraestructura para el fitomejoramiento de cultivos específicos en su país han aumentado, disminuido o se han mantenido estables desde el Primer Informe



Fuente: NISM 2008 (disponible en: www.pgrfa.org/gpa). Las cifras se basan en la respuesta de 404 fitomejoradores de 49 países en desarrollo a una pregunta sobre la tendencia actual dentro de la organización de las partes interesadas en términos de capacidad de mejorar cultivos o grupos de cultivos específicos.

CAPÍTULO 4

FIGURA 4.3
Porcentaje de países que informan sobre la existencia de programas de mejoramiento estatales y privados en el primer y Segundo Informe



Fuente: Datos de un conjunto de países similares que presentaron informes tanto para el primero como para el Segundo Informe, complementados con información de la base de datos GIPB-PBBC (disponible en: <http://km.fao.org/gipb/pbbc/>).

esto suele ocultar una reducción en términos reales como resultado de la inflación y la devaluación de la moneda. Los recursos para los ensayos sobre el terreno y otras actividades esenciales con frecuencia son limitantes.¹¹ En los Estados Unidos de América, se informó que "la disminución del fitomejoramiento convencional [durante los últimos años] probablemente esté subestimada porque en los datos de fitomejoramiento se incluyen el desarrollo de marcadores y otras técnicas moleculares vinculadas al mejoramiento".¹²

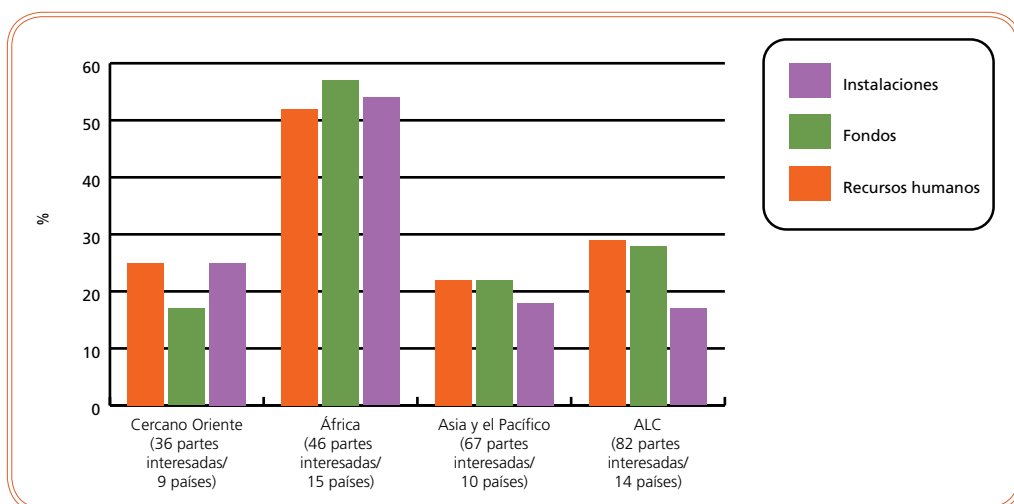
En la Figura 4.4 se resumen las principales limitaciones al fitomejoramiento, a partir de las bases de datos del NISM. Aunque los datos son solo indicativos y deben interpretarse con cuidado, las partes interesadas en todas las regiones informaron limitaciones de financiación, recursos humanos y, con la única excepción de Europa, de instalaciones. La importancia relativa de dichas tres áreas de limitaciones no cambió desde el Primer Informe, así como también es un hecho que las mayores limitaciones se registran en África y las menores en Europa.

A pesar de dichas limitaciones, quedan muchas oportunidades para explotar la variación genética en variedades nativas y poblaciones relativamente sin mejoramiento

mediante el uso de técnicas simples de mejoramiento o incluso distribución directa. Por ejemplo, el informe de país de Zambia decía: "Hubo en los últimos años un renovado interés por la necesidad de seleccionar y evaluar el germoplasma local de los principales cultivos y hay una ... falta de aprecio de los recursos fitogenéticos disponibles localmente ...". La República Democrática Popular Lao declaró que "varias razas nativas de arroz aromático se identificaron y distribuyeron para multiplicación". Además, desde la publicación del Primer Informe se desarrollaron varias iniciativas e instrumentos legales para promover el uso de los RFAA a nivel nacional e internacional. El Recuadro 4.1 presenta algunos ejemplos.

Parece haber un aumento en el uso de especies silvestres en el mejoramiento de los cultivos, en parte debido a la mayor disponibilidad de métodos para transferir los caracteres útiles a los cultivos domesticados. El informe de país de la Federación de Rusia dice que las ESAC "... mantenidas y estudiadas en el VIR también son fuentes de diversidad valiosas y con frecuencia se las incluye en los programas de fitomejoramiento [...]". Sin embargo, a pesar de su importancia

FIGURA 4.4
Principales limitaciones al fitomejoramiento: porcentaje de encuestados que indican que una de las limitaciones en particular fue de importancia primordial en su región



Fuente: NISM 2008 (disponible en: www.pgrra.org/gpa). Las cifras se basan en las respuestas de 195 fitomejoradores de 36 países en desarrollo en 5 regiones a una pregunta sobre las limitaciones al fitomejoramiento.

potencial, siguen estando poco representadas en las colecciones *ex situ*¹³ (ver Secciones 1.2.2 y 3.4.3).

Las técnicas biotecnológicas han evolucionado considerablemente durante los últimos diez años y su uso en el fitomejoramiento aumentó de modo concomitante en todo el mundo. Una evaluación reciente de marcadores moleculares en los países en desarrollo, por ejemplo, informó un aumento significativo en su uso.¹⁴ Se registró una tendencia similar en la cantidad de biotecnólogos en los programas nacionales de fitomejoramiento¹⁵. La caracterización molecular del germoplasma también se ha extendido más entre regiones y cultivos, aunque aún resta mucho por hacer tanto para generar más datos como para mejorar su disponibilidad. El cultivo de tejidos y la micropropagación se han vuelto herramientas de rutina en muchos programas, especialmente para mejorar y producir materiales de siembra libres de enfermedades en cultivos de propagación vegetativa. En Congo, se usó la micropropagación para reproducir especies silvestres alimenticias amenazadas. Los métodos de cultivo de tejido, importantes por sí mismos, también son esenciales para la aplicación de la biotecnología moderna en el mejoramiento de cultivos. Son cada

vez más accesibles en países en desarrollo debido a que sus requerimientos técnicos y costos son relativamente bajos.

El uso de la selección asistida por marcadores también se extendió durante la última década y ahora se utiliza ampliamente en los países en desarrollo y desarrollados.¹⁶ Sin embargo, en general se usó para investigación en instituciones académicas en lugar de mejoramiento de cultivos *per se*. Actualmente la selección asistida por marcadores se usa sobre todo para un grupo restringido de caracteres en los principales cultivos, fundamentalmente en el sector privado, aunque su aplicación se está extendiendo con rapidez. Los métodos basados en marcadores moleculares también tienen más popularidad ahora para su uso en la investigación sobre la variación genética a nivel de ADN. Sin embargo, la caracterización molecular de germoplasma todavía está en sus etapas iniciales y se la usa poco a diario debido a su alto costo y a la necesidad de instalaciones y equipamiento relativamente sofisticados.

Según los informes de países, los cultivos modificados genéticamente ahora se cultivan en más países y en una superficie mayor que hace una década. Sin embargo, la cantidad de cultivos y los caracteres en cuestión siguen siendo pocos, en gran medida debido a una limitada

CAPÍTULO 4

Recuadro 4.1

Ejemplos de iniciativas e instrumentos legales desarrollados para promover el uso de los RFAA

- El African Centre for Crop Improvement (ACCI),¹⁷ establecido en 2004 por la Universidad de KwaZulu-Natal, fitomejoradores de África oriental y austral en métodos convencionales y biotecnológicos, con foco en los cultivos que son importantes para la seguridad alimentaria de los pobres. El ACCI tiene una red de 47 fitomejoradores y cosupervisores en 13 países. Un programa paralelo, el Centro del África Occidental para la Mejora de los Cultivos (WACCI),¹⁸ fue establecido por la Universidad de Ghana para mejorar los cultivos que alimentan al pueblo de África occidental.
- Se ha lanzado un esquema en los Estados Unidos de América para detener la disminución de la inversión estatal en el fitomejoramiento. Está coordinado mediante un grupo de acción del Comité de coordinación de fitomejoramiento.¹⁹
- El GCP²⁰ es una iniciativa del GICAI que está orientada a crear cultivos mejorados para pequeños agricultores mediante asociaciones entre organizaciones de investigación. Se focaliza en el uso de biotecnología para contrarrestar los efectos de sequías, plagas, enfermedades y la baja fertilidad de la tierra mediante subprogramas sobre diversidad genética, genómica, mejoramiento, bioinformática y construcción de capacidad.
- El GIPB²¹ es una asociación de múltiples partes interesadas de los sectores estatal y privado de países desarrollados. Está orientada a mejorar la capacidad de fitomejoramiento y los sistemas de entrega de semillas de los países en desarrollo y a mejorar la producción agrícola mediante el uso sostenible de los RFAA. Es una iniciativa basada en Internet y facilitada por la FAO, y brinda un portal principal para distribuir y compartir la información.

aceptación popular y a una falta de seguimiento efectivo de bioseguridad y otras reglamentaciones. Los caracteres más comúnmente involucrados son la resistencia a herbicidas e insectos. Argentina, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América, India y Sudáfrica cultivan la mayor parte de los cultivos modificados genéticamente, principalmente soja, maíz, algodón y colza oleaginosa.²²

Muchos países en desarrollo informaron que su capacidad de aplicar técnicas de recombinación del ADN en el fitomejoramiento sigue siendo limitada, e incluso en Europa se registraron problemas al tratar de integrar técnicas modernas y clásicas. Portugal, por ejemplo, declaró que "... no hay estructura organizada que integre las metodologías clásicas [de fitomejoramiento] con las modernas", mientras que Japón informó que las biotecnologías modernas son ahora habituales en el fitomejoramiento.

Se han desarrollado numerosos nuevos campos de biotecnología durante la última década que pueden tener importantes aplicaciones en la investigación y práctica del fitomejoramiento, por ejemplo para facilitar la comprensión

de la función y expresión genética, así como la estructura y la función de las proteínas y los productos metabólicos. Algunos de dichos campos son los siguientes.

- Proteómica, el estudio de la expresión proteica.
- Transcriptómica, el estudio del ácido ribonucleico mensajero (ARNm).
- Genómica, el estudio de la estructura y las funciones de las secuencias de ADN.
- Metabolómica, el estudio de los procesos químicos que involucran metabolitos.
- Filogenómica, el estudio de la función del gen según la filogenética.

A pesar de estos avances científicos, muchos programas, especialmente en los países en desarrollo, todavía no pueden aplicarlos en el mejoramiento práctico de cultivos. No solo siguen siendo costosos y exigentes, sino que además muchos están patentados. Sin embargo, se espera que los costos se reduzcan en el futuro y así haya posibilidades para que dichas técnicas sean adoptadas por un número mayor de programas en todo el mundo.

4.5 Cultivos y caracteres

El enfoque en los cultivos de los programas de fitomejoramiento varía según los países y las regiones, pero hubo pocos cambios desde que se publicó el Primer Informe. En general, sobre la base de los datos provenientes de los informes de países y del programa de Base de datos estadísticos de FAO (FAOSTAT),²³ la inversión en el mejoramiento de un cultivo parece reflejar la importancia económica del mismo. Por lo tanto, los cultivos principales siguen recibiendo más inversiones de mejoramiento que todos los demás. Sin embargo, varios informes de países resaltaron la creciente importancia de prestar atención a los cultivos infrautilizados (ver Sección 4.9.2). En el continente americano, por ejemplo, América Latina invierte recursos importantes en mejorar arroz, maíz, leguminosas de grano y caña de azúcar; algunos países, como Ecuador y Uruguay, dedican también esfuerzos considerables a raíces y tubérculos. El café, el cacao y las frutas también tienen un lugar importante. América del Norte se concentra en los principales alimentos básicos, como maíz, trigo, arroz y patata, pero también invierte en mejorar las especies de pasturas, frutas y hortalizas. Brasil y América del Norte ahora invierten en biocombustible, así como un número creciente de otros países, incluyendo varios en Asia. Sin embargo, en la mayoría de los casos la atención se enfoca en el mejoramiento genético de los cultivos principales existentes para biocombustible, en lugar de enfocarse en cultivos nuevos, como *Panicum virgatum* o *Jatropha curcas*.

En África, los países de las regiones oriental y central y de las áreas costeras de África occidental tienden a concentrarse en mejorar maíz, raíces y tubérculos, especialmente yuca; mientras que los países sahelianos buscan principalmente mejoras para arroz, algodón, mijo y sorgo. Los países del Cercano Oriente y África del norte asignan recursos significativos para mejorar trigo, cebada, lentejas, garbanzos, frutas y hortalizas; mientras que Asia meridional se concentra en el arroz, pero también invierte en gran medida en algunos cultivos industriales y de alto valor. El informe de país de Sri Lanka, por ejemplo, describe la contribución significativa de las frutas y hortalizas a la economía nacional. Los países de Asia central invierten principalmente en mejorar el algodón y los cereales, en especial el trigo, pero también responden al mercado creciente de

frutas en Asia. Europa oriental dirige la mayor parte de sus esfuerzos a las frutas y hortalizas, mientras que Europa central presta más atención a cereales como la cebada y el trigo.

Según los informes de países, los principales caracteres buscados por los fitomejoradores siguen siendo aquellos relacionados con el rendimiento del producto primario por unidad de superficie. Además de aumentar el potencial real de rendimiento, se presta atención a la tolerancia, prevención o resistencia a las plagas, enfermedades y estreses abióticos. Entre los últimos, la sequía, la salinidad, el suelo ácido y el calor son importantes en vista de la constante degradación de la tierra, la expansión de la producción hacia tierras más marginales y el cambio climático. La prioridad otorgada al mejoramiento contra las amenazas bióticas ha cambiado poco durante los últimos diez años: la resistencia a enfermedades sigue siendo el carácter más importante, especialmente para los cultivos básicos principales. Si bien el valor potencial de explotar la resistencia poligénica fue reconocido hace tiempo, la complejidad del mejoramiento y los niveles de resistencia generalmente más bajos que produce han hecho que muchos mejoradores aún tiendan a depender en gran medida de los genes principales.

El mejoramiento en respuesta al cambio climático per se no fue remarcado en los informes de países, aunque fue mencionado por unos pocos, como Alemania, Países Bajos, la República Democrática Popular Lao y Uruguay. Sin embargo, se nota un creciente interés en el tema en la literatura científica, y algunos programas de fitomejoramiento están comenzando a tomar en cuenta el asunto más abiertamente. Por supuesto, muchos lo mencionan de modo indirecto, en especial mediante el mejoramiento de la resistencia, tolerancia o prevención del estrés abiótico y biótico. Tampoco se nombró mucho al mejoramiento para la agricultura de bajos insumos y orgánica, pero se está transformando en foco de atención en algunos programas, así como también el mejoramiento para caracteres nutritivos específicos.

Puede prestarse especial atención al fitomejoramiento en el caso de catástrofes de alto perfil, tales como plagas y enfermedades graves y extendidas. Este fue el caso, por ejemplo, de la epidemia de virus de la raya parda en la yuca en África oriental y austral, y la roya del tallo del trigo Ug99, que llevó a la creación de la Iniciativa mundial de Borlaug contra la roya (BGRI).²⁴

CAPÍTULO 4

4.6 Enfoques de fitomejoramiento para la utilización de los RFAA

Los fitomejoradores tienen a su disposición una amplia gama de enfoques, herramientas y métodos para la mejora de cultivos. Mientras que el Primer Informe hace referencia a muchos de ellos, este informe solo discutirá la preselección, la ampliación de la base y el fitomejoramiento participativo (resaltado en el Artículo 6 del TIRFAA), en los que han ocurrido desarrollos importantes durante la última década.

4.6.1 Preselección y ampliación de la base

La esfera de actividad prioritaria 10 del PAM menciona al mejoramiento genético y la ampliación de la base como actividades prioritarias. Se reconoció a la preselección en muchos informes de países como un adjunto importante al fitomejoramiento, como modo de introducir nuevos caracteres desde poblaciones no adaptadas y especies silvestres afines. Ampliar la base genética de los cultivos para reducir la vulnerabilidad genética también fue considerado como un punto importante, pero a pesar de cierto progreso logrado a lo largo de los últimos diez años y de la creciente disponibilidad de herramientas moleculares, aún hay un largo camino por recorrer.

Los informes de países indicaron el uso de distintos métodos para evaluar la diversidad genética y para implementar estrategias de preselección y ampliación de la base. La resistencia a enfermedades es el principal carácter buscado, pero unos pocos informes de países también comentaron que se necesitaba una nueva variabilidad para aumentar las oportunidades de mejora orientadas a caracteres complejos, como por ejemplo el estrés abiótico e incluso el potencial de rendimiento. Por ejemplo, Cuba informó sobre el uso de técnicas de marcadores convencionales y moleculares para explotar la variabilidad genética de los frijoles, tomates y patatas y para diseñar estrategias que amplíen la base genética de dichos cultivos. Tayikistán, en su informe de país, declara que "... la participación en redes de cooperación internacional y nacional puede ser un modo eficiente de ampliar la base genética de los programas de mejoramiento locales". Brasil presentó varios ejemplos del uso de especies silvestres para expandir la base genética de

distintas especies de cultivos. El Recuadro 4.2, por ejemplo, muestra el caso de la granadilla (*Passiflora* spp.).

La preselección ocupa un paso único y con frecuencia crucial entre los recursos genéticos conservados en colecciones y su uso por parte de los fitomejoradores. En algunos países, los fitomejoradores suelen realizar actividades de preselección; en otros, como en Etiopía y la Federación de Rusia, los programas de recursos genéticos nacionales tienen una participación significativa. Muchos de los problemas asociados con las crecientes actividades de preselección son similares a aquellos vinculados al asunto más amplio de extender la diversidad genética dentro de los cultivos. Los datos del NISM sobre los obstáculos para aumentar la diversidad genética, así como para diversificar la producción de cultivos, se resumen en el Cuadro 4.4. Resulta evidente, a partir del cuadro, que las limitaciones más serias se relacionan con el mercadeo y el comercio.

4.6.2 Participación y fitomejoramiento de los agricultores

El fitomejoramiento participativo es el proceso mediante el cual los agricultores participan con fitomejoradores profesionales calificados en la toma de decisiones sobre fitomejoramiento. El fitomejoramiento del agricultor hace referencia al proceso que ha venido ocurriendo por milenios, mediante el cual los agricultores mismos lentamente mejoran los cultivos por su propia selección e incluso hibridación, en forma intencional o inadvertidamente.

Según los informes de países, la participación de agricultores en las actividades de fitomejoramiento aumentó en todas las regiones durante la última década, de conformidad con la esfera de actividad prioritaria 11 del PAM. Varios países informaron el uso de enfoques de fitomejoramiento participativo como parte de sus estrategias de gestión de los RFAA; el Cuadro 4.5 ofrece ejemplos. Como los agricultores están en la mejor posición para comprender las limitaciones y el potencial de un cultivo dentro de su propio sistema agrícola, su inclusión en el proceso de mejoramiento tiene ventajas obvias. Estas se mencionaron en varios informes de países.

Muchos países en desarrollo, con inclusión del Estado Plurinacional de Bolivia, Guatemala, Jordania, México, Nepal y la República Democrática Popular Lao informaron que para ciertos cultivos, los enfoques de fitomejoramiento participativo son el modo más adecuado de desarrollar variedades adaptadas a las ne-

CUADRO 4.4
Obstáculos principales a la ampliación de la base y la diversificación de cultivos: porcentaje de encuestados en cada región que informan que un obstáculo en particular es importante

Región	Políticas y asuntos legales	Colocación y comercio	Obstáculos para aprobar materiales heterogéneos como cultivares
África	53	86	43
Asia y el Pacífico	51	89	30
Américas	53	86	19
Europa	58	83	58
Cercano Oriente	30	89	20

Fuente: NISM 2008 (disponible en www.pgrfa.org/gpa). Las cifras se basan en la respuesta de 323 partes interesadas de 44 países a una pregunta sobre las principales limitaciones en el país para ampliar la diversidad en las principales variedades cultivadas.

cesidades de los agricultores. Varios países dependen casi exclusivamente de los métodos participativos para desarrollar variedades mejoradas. Actualmente, hay organizaciones nacionales e internacionales que dedican recursos significativos a promover y apoyar los programas de mejoramiento participativo, por ejemplo, Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (LI-BIRD) en Nepal y el grupo de trabajo sobre el fitomejoramiento participativo establecido en 1996 en el marco del Programa en todo el sistema del GCIAI sobre investigación participativa y análisis de género (PRGA).

En el Cercano Oriente, 10 de los 27 países que participaron en la consulta regional indicaron que usan enfoques de mejoramiento participativo para mejorar distintos cultivos. En el continente americano, el informe de la consulta regional de América Latina y el Caribe dice: "Las actividades de mejoramiento participativo al nivel de la finca se mencionan frecuentemente como prioridad, para agregar valor a los materiales locales y preservar la diversidad genética". Pueden encontrarse similares afirmaciones en los informes de varios países en Asia,²⁵ África²⁶ y Europa.²⁷

A pesar del aumento general del fitomejoramiento participativo, la participación de los agricultores permaneció en general limitada al establecimiento de prioridades y a la se-

CUADRO 4.5
Ejemplos de informes de países que mencionan el uso del fitomejoramiento participativo

País	Cultivo
Angola	Maíz
Argelia	Cebada y palmera de dátiles
Azerbaiyán	Trigo, cebada, arroz, melón y uvas
Benin	Arroz y maíz
Burkina Faso	Cereales y legumbres
Costa Rica	Frijol, cacao, maíz, plátano, patata y café
Cuba	Frijol, maíz, calabaza y arroz
Ecuador	Varios
Filipinas	Maíz, hortalizas y raíces
Guatemala	Maíz
India	Maíz, arroz y garbanzo
Jamaica	Pimienta, coco y calabaza
Jordania	Cebada, trigo y lenteja
Malasia	Coco
Malawi	Bambara
Mali	Sorgo
Marruecos	Cebada, haba y trigo
Namibia	Mijo, sorgo y leguminosas
Nepal	Arroz y mijo africano
Nicaragua	Frijol y sorgo
Países Bajos	Patata
Portugal	Maíz
República Democrática Popular Lao	Arroz
República Dominicana	Guandú
Senegal	Arroz
Tailandia	Arroz y sésamo
Uganda	Frijol
Venezuela (República Bolivariana de)	Cultivos locales infrautilizados

lección de las variedades de cultivo terminadas. Esta es una situación similar a la que se presenta en el Primer Informe. India, por ejemplo, declaró en su informe de país que "la participación de los agricultores es mayor en la etapa de establecer prioridades o en la de implementación".

CAPÍTULO 4

Recuadro 4.2

Mejoramiento de la granadilla (*Passiflora* spp.) usando recursos genéticos de afines silvestres^a

Se estima que el género *Passiflora* incluye unas 465 especies, aproximadamente 200 de las cuales provienen de Brasil. Además de sus propiedades medicinales y decorativas, unas 70 especies tienen frutos comestibles. Para que este enorme espectro de diversidad genética se use en los programas de mejoramiento, se necesita ya sea el cruzamiento interespecífico entre especies o la transferencia directa de genes mediante tecnología de ADN recombinante. La investigación en la estación Embrapa Cerrados produjo como resultado varios híbridos interespecíficos con una aplicación potencial en fitomejoramiento. Por ejemplo, se han obtenido algunos tipos que combinan rasgos comerciales con la resistencia a las enfermedades.

Las especies silvestres pueden contribuir al mejoramiento de la granadilla cultivada de distintos modos. El trabajo que actualmente está realizándose en Brasil ha demostrado lo siguiente:

- Una serie de híbridos interespecíficos, por ej. con *P. nitida*, pueden usarse como patrón debido a sus fuertes tallos.
- Los afines silvestres pueden usarse para desarrollar las formas cultivadas con resistencia a la bacteriosis, virosis y el virus transmitido por pulgones del caupí (CABMV). Las especies silvestres con resistencia a la antracnosis también fueron observadas.
- Una serie de especies silvestres de *Passiflora* son completamente autofértiles, un rasgo potencialmente importante donde las abejas africanas son un problema, o la mano de obra para la polinización manual es costosa. Otras especies silvestres, por ejemplo *P. dontophylla*, tienen una estructura floral que facilita la polinización por insectos que, en otros casos, no pueden lograr polinizar las flores.
- Especies silvestres, tales como *P. setacea* y *P. coccinea*, podrían contribuir a la insensibilidad a la duración del día que, en las condiciones de la región central sur de Brasil, permitirían que la producción se prolongue todo el año.
- Las especies *P. caerulea* y *P. incarnata* tienen tolerancia al frío, un rasgo potencialmente importante para varias regiones en desarrollo de Brasil.
- Varias especies silvestres también tienen el potencial de mejorar las características físicas, químicas o de sabor de la fruta para el mercado interno o la pulpa para dulces o helados, por ejemplo, tamaño mayor de fruta de *P. nitida* y coloración púrpura de *P. edulis*.
- El cruzamiento interespecífico también ha producido varios nuevos tipos decorativos.

^aInformación tomada del informe de país de Brasil.

Además de los esfuerzos de los fitomejoradores calificados, muchos agricultores de todo el mundo, especialmente agricultores a pequeña escala y de subsistencia, están involucrados íntimamente en el mejoramiento de sus cultivos. De hecho, la mayoría de los cultivos infrautilizados y una proporción significativa de las especies principales que se cultivan en los países en desarrollo son de variedades desarrolladas y, en muchos casos, constantemente mejoradas por agricultores. Si bien la mayoría de los esfuerzos de mejoramiento de los agricultores se enfocan en el intercambio local de material y en la selección entre y

dentro de poblaciones y variedades nativas heterogéneas, también se describieron casos en los que los agricultores hacen cruces deliberados y seleccionan dentro de las poblaciones segregantes generadas.²⁸

Los agricultores y otros habitantes rurales participan del mejoramiento no solo de cultivos sino también de especies silvestres. Camerún, por ejemplo, señaló en su informe de país que los agricultores realizan la selección local de la especie silvestre de pera africana (*Dacryodes edulis*) para eliminar las plantas individuales malas de las poblaciones locales.

Además de la mejora genética por parte de agricultores, algunos de los informes de países mencionaron esfuerzos lle-

vados a cabo por productores para sensibilizar a los consumidores sobre los beneficios nutricionales, culturales y de otros tipos de las variedades desarrolladas y manejadas localmente.

Sin embargo, hay ejemplos de la necesidad de mayor planeamiento y coordinación para hacer que las contribuciones de los agricultores al fitomejoramiento sean completamente efectivas. Las políticas y la legislación tienen un impacto significativo sobre como los agricultores pueden beneficiarse de su participación en los programas de fitomejoramiento participativo. En una gran cantidad de países, las variedades solo pueden registrarse cuando cumplen con estándares específicos de distinción, estabilidad y uniformidad. Las leyes vinculadas a semillas para mantener y multiplicar las semillas registradas también influyen sobre el modo en que los agricultores pueden participar en el desarrollo de variedades. Nepal presenta un ejemplo de como el comité nacional de aprobación y registro de variedades del consejo nacional de semillas apoyó la liberación y la custodia de una raza nativa. La Directiva de la Comisión Europea acepta, en ciertas condiciones, comercializar semillas de razas y variedades nativas que están adaptadas a las condiciones locales y amenazadas por la erosión genética.²⁹

Mientras que se logró cierto progreso en cuanto a la integración del fitomejoramiento participativo en las estrategias de mejoramiento nacional, este sector sigue necesitando atención. Aunque hay excepciones (en Países Bajos y en algunos centros internacionales incluyendo el CIAT y el ICARDA), las oportunidades de creación de capacidad de fitomejoramiento participativo entre los agricultores y fitomejoradores suelen ser escasas.

4.7 Limitaciones para la mejor utilización de los RFAA

Hubo un acuerdo generalizado entre todas las partes interesadas consultadas, respecto a las principales limitaciones para un uso mayor y más efectivo de los RFAA. Dichas restricciones no difieren mucho de aquellas identificadas cuando se publicó el Primer Informe. Se mencionaron restricciones similares en todos los informes de países.

4.7.1 Recursos humanos

Una de las limitaciones más citadas es la falta de personal adecuadamente calificado para llevar a cabo una investigación y

un mejoramiento efectivos. Los datos de la base de datos GIPB-PBBC también apoyan esta consideración. No solo hay una mayor necesidad de capacitación en el fitomejoramiento convencional, sino que con la importancia creciente de la biología molecular y la ciencia de la información, la necesidad de crear capacidad en dichas áreas también aumentó.

Los esfuerzos de creación de capacidad no pueden ser efectivos a menos que se ofrezcan incentivos, tales como oportunidades estructuradas de carrera, para ayudar a garantizar que el personal con experiencia sea contratado y se mantenga productivo. Como en el caso de otras limitaciones, una mejor colaboración internacional podría ayudar a reducir los costos de capacitación y a reducir la duplicación innecesaria de inversiones. En este sentido, se sugirió usar a los centros regionales de excelencia como medio para reducir los costos y la duplicación.

4.7.2 Financiación

El fitomejoramiento, los sistemas de semillas y las investigaciones relacionadas son costosos y requieren un compromiso a largo plazo de recursos financieros, físicos y humanos. El éxito, para los sectores público y privado, depende en gran medida del apoyo gubernamental recibido mediante políticas apropiadas y fondos. La ayuda externa al desarrollo también resulta esencial para mantener varios programas en funcionamiento. La inversión del sector público resulta especialmente necesaria para mejorar cultivos que no prometen beneficios económicos sustanciales a corto plazo, tales como los cultivos menores e infrautilizados.³⁰ Muchos países informaron una caída de la inversión del sector público en la mejora de cultivos,³¹ aunque una cantidad de agencias donantes y organismos filantrópicos han aumentado su compromiso tanto respecto al mejoramiento como a la conservación de germoplasma (ver Capítulo 5). Sin embargo, la naturaleza a corto plazo de la mayoría de las donaciones y premios,³² y las prioridades cambiantes de los donantes han significado que la financiación suele no ser constante, y rara vez se han podido desarrollar y mantener fuertes programas durante el tiempo necesario para mejorar y distribuir nuevas variedades. Uganda fue uno de los muchos países que indicaron que los niveles inferiores a los óptimos de caracterización y evaluación de germoplasma se debieron a falta de fondos.

CAPÍTULO 4

4.7.3 Instalaciones

En gran medida, los programas nacionales consideran que las tres limitaciones principales, es decir, recursos humanos, fondos e instalaciones, tienen la misma importancia; por ejemplo, todas son muy altas (África) o todas son relativamente bajas (Europa). La excepción principal a esta generalización es el caso de las instalaciones en el continente americano, donde se las ve como considerablemente menos limitantes que los recursos humanos o los fondos. Los detalles sobre que tipo de instalaciones son las más limitantes varían según la región, pero por lo general las instalaciones de campo y de laboratorios son inadecuadas, especialmente en África.

4.7.4 Cooperación y vínculos

Varios informes de países expresaron preocupación ante la falta de vínculos plenamente efectivos entre investigadores básicos, fitomejoradores, curadores de colecciones, productores de semillas y agricultores. En el caso de Pakistán, se sugirió que "los vínculos débiles entre los fitomejoradores y los curadores han limitado el uso de los recursos de germoplasma en el mejoramiento de cultivos". Sin embargo, algunos países, como Filipinas, informaron casos de "colaboración estrecha entre fitomejoradores y encargados de bancos de germoplasma ..." y mencionaron el coco, el boniato, el ñame y la colocasia como ejemplos.

Omán, San Vicente y las Granadinas y Trinidad y Tobago comentaron específicamente sobre los vínculos débiles entre investigadores, fitomejoradores y agricultores, pero muchos otros países también consideraron que los vínculos internos débiles entre los organismos nacionales son un problema. Esto se cumplió tanto en países desarrollados como en desarrollo; Grecia y Portugal, por ejemplo, informaron tener problemas similares a los de Ghana y Senegal. Uganda comentó que el planeamiento participativo y la colaboración dieron beneficios al fortalecer los vínculos internos.

4.7.5 Acceso y manejo de la información

Los problemas vinculados al acceso y al manejo de la información son la base de muchas de las limitaciones al uso mejorado y extensivo de los RFAA. Aunque, según los informes de países, el problema está

difundido, se lo consideró muy grave en países como Afganistán e Iraq, donde en los últimos años hubo pérdidas significativas de germoplasma e información. Albania, Filipinas, Guinea y Perú informaron que la falta de información y documentación limitó el uso de los RFAA. Namibia mencionó un problema específico, que podría estar extendido, de mala retroalimentación de los usuarios de RFAA, quienes tienen la obligación de devolver información sobre las muestras recibidas mediante el MLS.

Mientras que muchos países aún no tienen información de RFAA en bases de datos electrónicas nacionales, otros, como muchos de los países europeos, han contribuido con datos de pasaporte a las bases de datos regionales como EURISCO. Otras bases de datos importantes que contienen información exhaustiva y son accesibles públicamente incluyen las bases de datos de cultivos de algunos centros del GCAI y la GRIN del USDA, que tienen información a nivel de muestras, así como las bases de datos GIPB-PBBC y NISM que contienen información global sobre el fitomejoramiento. Varios países, incluyendo Alemania, China y Nueva Zelandia, informaron del uso de sistemas de información exhaustivos basados en la Web para los cultivos principales; mientras que España, Hungría y República Checa informaron progresos considerables para hacer que la información esté disponible en línea. Además de los datos de evaluación en línea, los Países Bajos también publicaron un banco de conocimiento para fines educativos. Los países del Cáucaso y de Asia central crearon una base de datos regional en 2007 con el propósito de fortalecer la documentación y así mejorar el uso.³³

La bioinformática, que no se discute en absoluto en el Primer Informe, se menciona de manera resumida en varios informes de países como un tema relativamente nuevo. Para los varios países que experimentan dificultades con la moderna tecnología electrónica de la información, solo es probable que los beneficios de la bioinformática sean accesibles mediante la colaboración con socios que tengan mayor capacidad en tecnología de la información.

Un ejemplo efectivo de una plataforma global de información para promover el uso de los RFAA es la plataforma de mejoramiento molecular del GCP, que distribuye información de investigación de cultivos generada por los socios del GCP.

4.8 Producción de semillas y material de siembra

Para que la agricultura sea exitosa, debe haber suficientes semillas de buena calidad disponibles para los agricultores en el momento adecuado y a un precio accesible. Las semillas se comercializan a nivel local, nacional y global y sustentan, directa o indirectamente, a casi toda la producción agrícola. Las semillas también tienen un valor cultural en muchas sociedades y son parte de una riqueza de conocimiento tradicional.

Hay una gran diversidad de medios por los que los agricultores obtienen semillas. Algunos autores han clasificado los sistemas de semillas en dos categorías generales: 'formal' e 'informal'. Los sistemas 'formales' incluyen instituciones de los ámbitos público y privado que obtienen variedades, multiplican y comercializan semillas a los agricultores mediante metodologías bien definidas, etapas controladas de multiplicación y dentro del marco de las regulaciones nacionales. Las semillas producidas dentro de sistemas 'formales' suelen corresponder a variedades modernas. El sistema 'informal', por otra parte, es aquel practicado con frecuencia por los agricultores mismos que producen, seleccionan, usan y comercializan sus propias semillas mediante canales locales, generalmente menos regulados. Por supuesto, un agricultor suele recurrir a uno o a ambos enfoques para distintos cultivos o en distintas estaciones y, por lo general, no hace una gran distinción entre los dos. Varios países en África, incluyendo Benin, Madagascar y Malí, informaron que el sector de semillas de agricultor es el dominante a nivel nacional, aunque hay especificidad de cultivos; el 100 por ciento de la semilla de algodón de Malí, por ejemplo, es suministrada por el sector privado. Los sistemas 'formales' se están desarrollando en muchas economías emergentes y el comercio internacional de semillas se expande con la creciente globalización. Con frecuencia, los sistemas 'formal' e 'informal' coexisten y a veces la producción 'informal' se 'formaliza' a medida que se vuelve más regulada. India, por ejemplo, indicó que los dos sistemas operan mediante mecanismos diferentes, pero complementarios. En su informe de país, Kenya reconoció que el comercio 'informal' de semillas, a pesar de ser ilegal, era responsable del mantenimiento de variedades raras de cultivos. Uzbekistán comentó algo similar y Perú hizo notar la importancia del intercambio informal de semillas de especies de cultivos infrutilizadas.

Varias compañías multinacionales aumentaron recientemente su cuota de mercado mediante adquisiciones y fusiones. Las cinco primeras son ahora responsables de más del 30 por ciento del mercado comercial global de semillas y todavía más para cultivos como remolacha azucarera, maíz y hortalizas.³⁴ El sector privado tiende a focalizarse en mercados grandes que ofrecen elevados márgenes de utilidades. Cinco de las primeras diez compañías de semillas mencionadas en el Primer Informe dejaron de existir como compañías independientes, y la que ahora es la primera compañía tiene el tamaño de las anteriores seis primeras combinadas. Las compañías en varios países en desarrollo, con inclusión de Filipinas y Tailandia, pueden ahora suministrar muchas de las semillas de hortalizas que antes eran provistas por multinacionales estadounidenses, europeas y japonesas. Otros países, incluyendo Chile, Hungría y Kenya, han aumentado significativamente su producción de semillas certificadas. Egipto, Japón y Jordania mencionaron su confianza en el sector privado para el suministro de semillas híbridas de hortalizas. El mercado global de semillas, valorado en 30 000 millones de USD en 1996, ahora está valorado en más de 36 000 millones de USD.

En los países desarrollados, la tendencia ha sido incitar al sector privado a producir semillas, con los fondos públicos desplazándose hacia la investigación y el desarrollo de germoplasma. En los países en desarrollo, se hicieron inversiones significativas para aumentar la producción de semillas del sector público en las décadas de 1980 y 1990; sin embargo, esto demostró ser muy costoso, por lo que los donantes redujeron su apoyo, lo que llevó a los Estados a alejarse del sector. Algunos países, como India, consideran que la producción de semillas tiene una importancia estratégica para la seguridad alimentaria y mantuvieron un sistema público fuerte de producción de semillas. En otros países y para cultivos como el maíz híbrido, el Estado se retiró de la producción de semillas y el sector privado ocupó su lugar. Para los cultivos con menos oportunidades de mercado, como los cultivos autofértiles, los sistemas de producción de semillas básicamente han colapsado en muchos países. A pesar de que la participación del sector público en el ámbito de las semillas tiende a disminuir, hay indicadores de que esta situación puede estar invirtiéndose en algunas partes del mundo. Los informes de países de Afganistán, Etiopía, Jordania y Yemen, por ejemplo, mencionaron que los sistemas de producción y suministro basados en la comunidad y los emprendimientos de semi-

CAPÍTULO 4

llas basados en aldeas fueron promovidos en un esfuerzo por aumentar la producción de semillas de calidad.

La inversión del sector privado de semillas se focalizó principalmente en los cultivos más rentables (hortalizas y cereales híbridos), y sobre todo en países con agricultura orientada al mercado. Algunos gobiernos en países como India, por lo tanto, han intentado hallar un camino óptimo para el futuro, con el sector público invirtiendo en áreas que son de interés comercial relativamente bajo, como la preselección, el desarrollo de variedades para agricultores con recursos limitados y la concentración en cultivos de un limitado potencial de mercado.

Con un creciente profesionalismo en el sector de la agricultura orgánica, hay una demanda pequeña, pero creciente, de semillas orgánicas de alta calidad. A pesar de los problemas vinculados al cumplimiento de los requerimientos de certificación de semillas, sobre todo en relación a enfermedades transmitidas por semillas, la producción de semillas para la agricultura orgánica y de bajos insumos está creciendo. Líbano, por ejemplo, indicó que tiene un pequeño mercado de semillas orgánicas. También hay un mercado creciente de semillas orgánicas en Países Bajos, pero hay dificultades para adaptar la actual legislación convencional de semillas para satisfacer las necesidades y preocupaciones de este sector.

Hay además un mercado creciente para las variedades antiguas, 'patrimoniales'. Mientras que los Estados Unidos de América permiten la comercialización de variedades locales sin restricciones, la Unión Europea tiene un marco regulatorio estricto con respecto a las semillas, aunque actualmente está desarrollando mecanismos que permitirían la comercialización legal de semillas de las 'variedades de conservación' de hortalizas que no cumplirían con los requerimientos normales de uniformidad (ver Sección 5.4.2). Noruega informó que su Gobierno prohíbe la comercialización de semillas de variedades antiguas, conforme a la legislación de la Unión Europea. Sin embargo, implementó un sistema patrimonial para los huertos y museos históricos. Es posible comercializar semillas de variedades nativas no certificadas en Finlandia con el propósito de conservar y promover la diversidad, y Grecia permite el uso de semillas patrimoniales en sistemas de agricultura orgánica. En Francia es posible comercializar semillas de variedades de hortalizas antiguas para los huertos familiares, y en Hungría la producción de semillas de variedades antiguas y variedades nativas se considera

una prioridad. Ghana y Jamaica también informaron su interés por los programas de semillas patrimoniales.

La producción de semillas transgénicas aumentó durante los últimos diez años y el valor del mercado de semillas creció de 280 millones de USD en 1996 a más de 7 000 millones de USD en 2007.³⁵ En el último año se sembraron un total de 114,3 millones de hectáreas con cultivos modificados genéticamente, sobre todo soja, maíz, algodón y colza oleaginosa. Mientras que la tasa de aumento en la superficie de los cultivos modificados genéticamente está ralentizándose en los países desarrollados, sigue aumentando firmemente en el mundo en desarrollo. Sin embargo, aunque el número de países en los que se están probando cultivos modificados genéticamente crece con rapidez, la cantidad de países en los que hay superficies significativas de estos cultivos para el comercio sigue siendo limitada, principalmente Argentina, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América, India y Sudáfrica. Las variedades de cultivos modificados genéticamente se encontraron con una fuerte oposición del público en general y de la sociedad civil en muchos países europeos y otros, debido a las preocupaciones por su posible impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. Esto condujo a la prohibición o a la adopción limitada de esta tecnología en muchos países. Sin embargo, hay signos de que en los últimos años algunas variedades de cultivos modificados genéticamente están comenzando a ser adoptadas en África, por ejemplo, de algodón modificado genéticamente en Burkina Faso. Las fundaciones filantrópicas también financian el desarrollo de cultivos transgénicos como la yuca para África.

La expansión del comercio de semillas durante las últimas décadas estuvo acompañada por el desarrollo de marcos regulatorios referentes a semillas cada vez más evolucionados. Están generalmente dirigidos a apoyar el sector y a mejorar la calidad de las semillas que se venden a los agricultores. Sin embargo, recientemente, surgieron algunas preguntas sobre varios de estos sistemas regulatorios. En algunos casos, las reglamentaciones pueden producir mercados más restringidos y un comercio transfronterizo más reducido. Esto puede limitar el acceso de los agricultores a la diversidad genética o causar largos retrasos en la aprobación de variedades. Las reglamentaciones aplicadas a las semillas pueden ser complejas y costosas, e incluso hay casos en los que las reglamentaciones han prohibido los sistemas informales, aunque estos sean responsables de suministrar la mayoría de las semillas.

En reconocimiento de estas preocupaciones, hubo una evolución en las reglamentaciones de semillas en varios países durante la última década. Varias regiones, por ejemplo Europa, África austral y África occidental, simplificaron los procedimientos, facilitaron el comercio transfronterizo y armonizaron los marcos regulatorios aplicados a las semillas. Dicha armonización comenzó a finales de la década de 1960 en Europa y al comienzo de este siglo en algunos países de África. Además, la legislación de derechos del obtentor tuvo un papel importante para lograr que las nuevas variedades sean más accesibles a los agricultores en varios países miembros de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

Los sistemas regulatorios de bioseguridad se desarrollaron para gestionar cualquier efecto negativo que pudiera surgir del intercambio y uso de cultivos modificados genéticamente. El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, que entró en vigor en 2001, constituye una nueva dimensión para la producción y el comercio de semillas, y apoya el desarrollo actual de reglamentaciones nacionales de bioseguridad en varios países. A pesar de las preocupaciones sobre la capacidad que tienen algunos países en desarrollo para implementar plenamente dichas normas, es probable que, en un futuro cercano, estas resulten en una mayor aprobación de las variedades modificadas genéticamente (ver Sección 5.4.5).

La ayuda de emergencia en materia de semillas es un área que recibió más atención en los últimos años. Después de los desastres naturales y los conflictos civiles, para recomenzar rápidamente con la producción de cultivos, las agencias locales e internacionales suelen depender de la distribución directa de semillas a los agricultores. Dichas semillas con frecuencia no provienen del área local o incluso del país en cuestión. Sin embargo, estudios recientes han mostrado los efectos colaterales potencialmente negativos de dichas prácticas, que incluyen socavar el sector nacional de semillas y reducir la diversidad de cultivos locales. Nuevos enfoques de intervención basados en los mercados (ferias de semillas y cupones, por ejemplo) y análisis en profundidad de la situación de seguridad de las semillas son usados cada vez más por los organismos de ayuda en sus esfuerzos por restaurar la producción agrícola luego de un desastre.

Muchos de los informes de países se refieren al estado subóptimo o incluso a la no funcionalidad de los sistemas de producción y distribución de semillas. Bangladesh y Senegal, por ejemplo, indicaron que a pesar de una importante participación del sector privado, hubo graves problemas vin-

culados al costo, la calidad y la oportunidad en la entrega de semillas. Albania indicó que había escasez de mercados formales, mientras que otros, como Cuba, mencionaron la falta de incentivos y de una legislación apropiada. Se informó ampliamente que la producción de semillas certificadas con frecuencia no era confiable y que no podía satisfacer la demanda en forma adecuada. Sin embargo, otros países, con inclusión de Alemania, Eslovaquia y Tailandia, informaron que tienen sistemas de producción y comercialización de semillas muy organizados, basados en una legislación nacional efectiva y la cooperación entre los sectores público y privado.

Los datos del NISM sobre 44 países en desarrollo indicaron que la principal limitación a la disponibilidad de semillas por parte de los agricultores provenía más de la falta de cantidades suficientes de semillas básicas, comerciales y registradas que de la disponibilidad y el costo de la semilla misma o de los sistemas de distribución inadecuados.

4.9 Desafíos y oportunidades emergentes

Desde 1996, varios de los problemas discutidos en el Primer Informe se han vuelto más relevantes y han aparecido nuevos inconvenientes. Entre ellos podemos encontrar los siguientes: la globalización de las economías siguió avanzando (aunque a veces de modo desigual), los precios de los alimentos y la energía subieron, los alimentos orgánicos se volvieron más populares y atractivos en términos económicos, y los cultivos modificados genéticamente se han extendido en forma considerable, pese a que a veces esto generó discusiones. Varias de las cuestiones emergentes están entrelazadas con las amplias fluctuaciones en los precios de los alimentos y la energía, que han impactado tanto en los productores como en los consumidores de los productos agrícolas durante los últimos años. Las secciones siguientes discuten cinco de estas cuestiones, a saber: agricultura sostenible y servicios ecosistémicos, cultivos nuevos e infrautilizados, cultivos para biocombustibles, salud y diversidad alimentaria y cambio climático.

4.9.1 Utilización de los RFAA para la agricultura sostenible y servicios ecosistémicos

La agricultura sostenible fue definida como *la agricultura que satisface las necesidades del presente sin comprometer*

CAPÍTULO 4

ter la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades. Ya sean sistemas de insumos elevados, insumos externos reducidos y/o mayor eficiencia en la utilización de los insumos, la sostenibilidad toma en cuenta la conservación de los recursos naturales (biodiversidad, tierras, agua, energía, etc.) y la equidad social (ver Capítulo 8). Si bien la promoción de la agricultura sostenible es la esfera de actividad prioritaria 11 del PAM, pocos países se refirieron específicamente a ella o a la utilización de los RFAA para promover o proteger los servicios ecosistémicos, una característica de la agricultura sostenible reconocida más recientemente. Sin embargo, algunos países mencionaron varios aspectos de la producción de cultivos que tienen una relación directa con la pérdida de biodiversidad, la erosión y salinidad del suelo, el uso del agua y la mitigación del cambio climático.

Varios de los servicios ecosistémicos clave brindados por la biodiversidad sustentan la productividad agrícola, por ejemplo el ciclo de nutrientes, la retención de carbono, la regulación de las plagas y la polinización. Promover el funcionamiento saludable de los ecosistemas ayuda a garantizar la capacidad de recuperación de la agricultura mientras se intensifica para satisfacer las demandas crecientes. En el contexto de la producción agrícola, también es crucial comprender y optimizar los bienes y servicios ecosistémicos provistos por los RFAA y la biodiversidad relacionada (por ejemplo organismos de plagas y enfermedades, biodiversidad del suelo, polinizadores, etc.). Esto resulta de especial importancia ante los crecientes desafíos globales, como la alimentación de una población en aumento y el cambio climático. Con incentivos y apoyo apropiados, los agricultores pueden potenciar y/o manejar los servicios ecosistémicos, por ejemplo brindar hábitats para la vida silvestre, mejorar la infiltración del agua de lluvia y eventualmente ayudar con los flujos de agua limpia y la absorción de desperdicios.

Algunos países³⁶ describieron acciones realizadas para fomentar el turismo agrícola mediante, por ejemplo, el desarrollo de la agricultura de bajos insumos, parcelas demostrativas, huertos históricos, festivales de patrimonio y alimentos, y paisajes culturales. Dichas acciones están orientadas, entre otros fines, a que la tierra deje de usarse para la producción de cultivos alimentarios intensivos, a garantizar el futuro de las variedades de cultivos patrimoniales, a mantener ciertos niveles de biodiversidad agrícola, a reducir la contaminación y a apoyar la educación y la sensibilización pública. Además, varios informes de países³⁷ indicaron un interés creciente en

los sistemas de agricultura orgánica que emplean variedades de cultivos mejorados para desempeñarse más eficientemente en condiciones de bajos insumos. Dominica informó que "la isla entera es una 'zona verde' en la que la agricultura orgánica se está promocionando activamente y se están implementando medidas para la conservación".

Varios informes de países resaltaron la importancia del mejoramiento para la resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades, salinidad, sequía, frío y calor, para mejorar la seguridad de los rendimientos y para reducir la necesidad de plaguicidas, disminuyendo así la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Los cultivos que están modificados genéticamente para dichas resistencias y que ya se cultivan en varios países³⁸ también pueden contribuir a la agricultura sostenible al ayudar a reducir los requerimientos de agroquímicos. Sin embargo, su uso suele estar limitado por políticas y legislaciones en los países productores y/o importadores. El impacto negativo potencial de la utilización de cultivos modificados genéticamente sobre los RFAA, en especial en sus centros de origen y diversidad, ha sido en ocasiones objeto de intenso debate.

La pérdida de biodiversidad tiene varias causas que incluyen cambios en el hábitat y el clima, especies invasoras, sobreeplotación y contaminación. La pérdida de agrobiodiversidad puede afectar eventualmente a servicios ecosistémicos clave, incluyendo el control de la erosión del suelo, la regulación de plagas y enfermedades y el mantenimiento del ciclo de nutrientes. Ghana llamó la atención sobre los efectos del deterioro ambiental en su informe de país, y Djibouti mencionó específicamente la función de los RFAA para frenar el avance del desierto y ayudar a estabilizar el medio ambiente.

4.9.2 Especies infrautilizadas

Existen numerosos programas públicos y privados de fitomejoramiento para los principales cultivos del mundo; sin embargo, hay una cantidad relativamente reducida de investigación o mejoramiento para los cultivos menos utilizados y las especies cosechadas en ámbito silvestre, incluso cuando pueden tener gran importancia a nivel local. Dichos cultivos suelen tener importantes propiedades nutricionales, de gusto y de otros tipos, o pueden crecer en ambientes donde otros cultivos no pueden hacerlo. Las iniciativas como *Crops for the Future* y la *Global Horticulture Initiative* promueven la investigación sobre, y el mejoramiento de, los cultivos infrautilizados.³⁹

El desarrollo de nuevos mercados para las variedades locales y los productos 'ricos en diversidad' es el tema de la esfera de actividad prioritaria 14 del PAM; sin embargo, es difícil evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos definidos en la esfera. Varios informes de países indicaron progresos para el desarrollo de nuevos productos 'ricos en diversidad' y mercados para las especies infrautilizadas. Uganda, por ejemplo, comenzó a procesar, envasar y vender jugo de boniato enriquecido con vitamina A y un jabón antifúngico hecho a partir de hojas de boniato. Uzbekistán informó que "muchos agricultores siguen cultivando variedades locales y que la distribución de las variedades locales (en peligro) está siendo apoyada". El Estado Plurinacional de Bolivia informó sobre 38 especies infrautilizadas para las que se están realizando varias actividades, pero poco mejoramiento a gran escala. Uruguay también mencionó una gran cantidad de especies infrautilizadas que se cultivaban en el país para alimentación, bebidas, productos medicinales y decoración. Hubo también otros informes del continente americano detallando el uso de frutas locales para hacer dulces, jugos y confituras.

Parece haber una variación significativa entre distintos países en relación a sus percepciones de la disponibilidad y el tamaño de los mercados locales e internacionales para los cultivos infrautilizados. Ghana sugirió que había falta de mercados. Ecuador y Fiji indicaron que, aunque había interés en la comercialización de frutas locales, se anticipaba que su futuro estaría principalmente en el consumo local extendido. Tailandia investigó los mercados para productos locales y ricos en diversidad, pero se concentró en las especies medicinales y farmacéuticas en lugar de en los cultivos alimentarios. Trinidad y Tobago desarrolló mercados especializados, locales y extranjeros, y los Países Bajos informaron sobre sus mercados especializados para hortalizas infrautilizadas. Benin fue uno de los pocos países que anticipó oportunidades de mercado muy desarrolladas.

Según varios de los informes de países, hay una falta generalizada de sensibilización sobre la importancia y el potencial de las variedades 'ricas en diversidad' y locales que, si se revirtiera, fomentaría una mayor utilización. Cuba, por ejemplo, declaró que "... es necesario aumentar la sensibilización del público respecto a la producción de artículos variados y locales y aumentar los mercados para ellos".

No hubo informes de cultivos alimentarios verdaderamente nuevos sino que se encontraron nuevos usos para algunos cultivos tradicionales. La yuca, por ejem-

plo, se usa para fabricar plástico biodegradable en India, la manteca de cacao para hacer cosméticos en Ghana y Nueva Zelandia informó nuevos usos para ciertas algas marinas. Varias 'nuevas' frutas, hortalizas y ornamentos tropicales lograron llegar a los mercados europeos durante la última década, alimentando la especulación de que podría haber oportunidades para comercializar internacionalmente más productos.

Un estudio del NISM relevó la situación actual y potencial de los cultivos infrautilizados en África, América, Asia y el Pacífico, y el Cercano Oriente (185 partes interesadas en 37 países). De los más de 250 cultivos que se mencionan, se consideró que las frutas tenían un potencial particularmente alto en tres de las regiones, seguidas por las hortalizas. Los encuestados informaron sobre varias iniciativas que están en curso para expandir las oportunidades de mercado, incluyendo fortalecer la cooperación entre productores, las ferias callejeras, la agricultura orgánica, los sistemas de registro de variedades especializadas, las iniciativas en escuelas y los esquemas de etiquetado de productos. Entre las principales limitaciones se encontraba la falta de prioridad otorgada por los gobiernos locales y nacionales, el apoyo financiero inadecuado, la falta de personal calificado, las semillas o materiales de siembra insuficientes, la falta de demanda de consumidores y las restricciones legales.

4.9.3 Cultivos para biocombustible

Los cultivos para la producción de biocombustible fueron poco mencionados en los informes de países, aunque Filipinas informó del interés por los biocombustibles y Zambia mencionó *Jatropha curcas*, cuyo aceite es un reemplazo del diesel. Este y otros cultivos más tradicionales que pueden usarse para biocombustibles, con inclusión de maíz, colza, girasol, soja, palma de aceite, coco y caña de azúcar, se incorporaron a las listas de cultivos de varios informes, pero apenas con alguna referencia a su uso como biocombustible. Desde la publicación del Primer Informe, se debatió acaloradamente sobre los méritos y deméritos de los biocombustibles. Se expresaron inquietudes acerca de la posible competencia con la producción alimentaria y el consiguiente impacto sobre los precios de los alimentos, así como otros posibles impactos medioambientales negativos derivados de la producción intensiva de biocombustibles.⁴⁰ Por otra parte, los biocombustibles ofrecen nuevas oportunidades

CAPÍTULO 4

para la agricultura⁴¹ y podrían hacer una contribución importante a la reducción de las emisiones globales de CO₂.

Los cultivos de biocombustible para su uso en centrales eléctricas fueron mencionados por Alemania y varios países europeos,⁴² y los Estados Unidos de América⁴³ informaron sobre una serie de especies de plantas que se están mejorando para la producción de energía. Estas incluyen sauces, álamos, *Miscanthus* spp. y *Panicum virgatum*. Un grupo de países está investigando sistemas de algas de alta densidad para producir biodiesel y carburante,⁴⁴ aunque Nueva Zelanda no encontró ninguna aplicación útil en biocombustible para su colección de algas de agua dulce.

4.9.4 Salud y diversidad alimentaria⁴⁵

Las plantas brindan la mayoría de los nutrientes en gran parte de las dietas humanas en todo el mundo. Si bien el hambre, vinculado a una ingesta total inadecuada de alimentos, sigue siendo un problema central en muchas partes del mundo en desarrollo y en algunas zonas de los países desarrollados, también hay un reconocimiento creciente de problemas de salud asociados a una calidad inadecuada de los alimentos y a la falta de nutrientes específicos en las dietas. Dichos problemas son particularmente graves entre las mujeres y los niños pobres, y pueden ser afrontados tanto mediante el aumento de la diversidad alimentaria como a través del mejoramiento de los cultivos, en especial los principales alimentos básicos, para así lograr una mejor calidad nutricional. Sin embargo, hubo escasas menciones en los informes de países respecto al mejoramiento de cultivos para una mayor calidad nutricional, aunque varios mencionaron las relaciones entre los RFAA y la salud humana. Malawi, por ejemplo, reconoció la importancia de la diversidad alimentaria en relación al virus de la inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida (VIH/SIDA), y Tailandia vio oportunidades de mercado al vincular los RFAA al sector de la salud. Incluso se informó desde África que se estaban procesando nueces de cola para producir un supresor del apetito que ayuda a combatir la obesidad. Kenya y varios países de África occidental confirmaron un interés renovado en los alimentos tradicionales, en parte debido a las ventajas nutricionales percibidas.

Varias plantas son ricas en distintos componentes dietarios, cuya combinación resalta los efectos a favor de la salud de una dieta diversificada. Dichos componentes incluyen, por ejemplo, varios antioxidantes, tal como se los puede encontrar en diversas frutas, el té, la soja y otros; fibras que

pueden ayudar a reducir la hipercolesterolemia; y el sulforafano, un compuesto anticancerígeno, antidiabético y antimicrobial que se puede encontrar en varias especies de *Brassica*. La mejora de las plantas podría tener una función útil en el desarrollo de cultivos que sean más ricos en dichos componentes, pero aún se debe hacer mucho más para caracterizar y evaluar el germoplasma cultivado y el silvestre con el propósito de hallar caracteres vinculados a la nutrición. Sin embargo, en muchos casos se sabe poco sobre la importancia relativa de la genética, las condiciones de producción y el procesamiento alimentario sobre el nivel y la disponibilidad de nutrientes específicos en un producto alimentario dado.

Se han identificado importantes aminoácidos mutantes en varios cultivos, pero fueron explotados en su mayor medida en el mejoramiento de maíz para tener un elevado contenido de lisina (maíz con proteínas de elevada calidad, QPM – *quality protein maize*) y en el cruzamiento interespecífico para producir Nuevo Arroz para África (NERICA) con alto nivel de proteínas.⁴⁶ La aplicación de la bioquímica, la genética y la biología molecular para manipular la síntesis de compuestos vegetales específicos ofrece un camino prometedor para el aumento del valor nutricional de los cultivos. A continuación se presentan algunos ejemplos.

- Arroz dorado, que contiene niveles elevados de betacaroteno, el precursor de la vitamina A, mediante una ruta biosintética introducida.
- Arroz reforzado con hierro, que contiene un gen de la ferritina introducido de los frijoles, más un sistema de fitasa tolerante al calor, introducido del *Aspergillus fumigatus* para degradar el ácido fítico que inhibe la absorción de hierro.
- Varios proyectos actuales de investigación sobre hierro, zinc, provitamina A, carotenoides, selenio y yodo; se iniciaron tres programas internacionales importantes sobre bioenriquecimiento.⁴⁷
- *HarvestPlus*, un programa del GICAI cuyo objetivo es la mejora nutricional de una amplia variedad de cultivos mediante el fitomejoramiento y que se concentra en la potenciación del betacaroteno, el hierro y el zinc.⁴⁸
- La iniciativa *Grand Challenges in Global Health* (Grandes Desafíos en la salud Mundial), que se focaliza en el plátano, la yuca, el sorgo y el arroz, principalmente mediante la modificación genética.⁴⁹
- La Iniciativa intersectorial sobre Biodiversidad para la Alimentación y la Nutrición liderada por el CDB, la FAO y Bioversity International.

Desde la publicación del Primer Informe, la creencia de que las dietas de mejor calidad pueden ayudar a sobrevivir a ciertos padecimientos médicos y a prevenir otros recibió más reconocimiento. Los enfermos de VIH/SIDA, por ejemplo, pueden tener una vida más saludable y productiva cuando reciben una mejor nutrición. Uganda, en su informe de país, declaró que “el mayor énfasis sobre el valor de la nutrición en el tratamiento de los pacientes con VIH/SIDA ha atraído la atención a las hierbas locales y ... a productos ricos en diversidad”. A pesar de que algunos RFAA también pueden poseer beneficios médicos directos a través de propiedades farmacéuticas específicas, un hecho mencionado en varios informes de países, ninguno de ellos menciona el mejoramiento de cultivos para uso farmacéutico.

4.9.5 Cambio climático^{50, 51}

Todos los modelos del clima del IPCC predicen que las condiciones para la agricultura en el futuro serán radicalmente diferentes a las que prevalecen hoy.⁵² De todas las actividades económicas, la agricultura estará entre aquellas con mayor necesidad de adaptación. Varios de los países más pobres y con mayor inseguridad alimentaria son particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático sobre la producción de cultivos, y habrá riesgos significativos para la biodiversidad silvestre, incluidas las ESAC. Se espera que dichos cambios sean la causa de una demanda creciente de germoplasma que esté adaptado a las nuevas condiciones, sistemas de semillas más efectivos y políticas y reglamentaciones internacionales que faciliten un mayor acceso a los RFAA.

Los informes de países hicieron relativamente pocas referencias al impacto anticipado del cambio climático. Sin embargo, junto con una demanda de mayor producción creciendo a ritmo acelerado, es probable que dicho cambio genere más presión para cultivar nuevas tierras marginales. África es el continente más vulnerable al cambio climático, y se sugirió que probablemente el maíz no exista más en África austral para 2050. También se anticipa que la productividad del cacahuate, el mijo y la colza caerá en Asia meridional.⁵³ Las islas pequeñas, que suelen tener niveles elevados de especies endémicas amenazadas, también se encuentran bajo una particular amenaza como resultado del aumento esperado del nivel del mar.

Es probable que el alcance y los patrones de migración de las plagas y los patógenos cambien; los agentes de control biológico se vean afectados y la sincronización de los polinizadores y la floración puedan verse alteradas. Aunque el cambio a nuevos cultivares y cultivos tiene el potencial de mitigar varias de las alteraciones previstas, esto requerirá un acceso mucho mayor a la diversidad genética y fortalecer bastante los esfuerzos de fitomejoramiento. El mejoramiento debe tomar en cuenta el entorno previsto para la zona objetivo del cultivo al menos por los futuros 10 a 20 años, lo que hace necesario que se desarrollen más los métodos de predicción para que sean tan confiables como sea posible. Es probable que ciertos cultivos actualmente infrautilizados asuman una mayor importancia a medida que algunos de los cultivos para alimentos básicos actuales se vean desplazados. Será de gran importancia caracterizar y evaluar una gama de germoplasma tan amplia como sea posible para evitar, resistir o tolerar los estreses principales, como la sequía, el calor, las inundaciones y la salinidad de la tierra. También se necesita investigación para entender mejor los mecanismos fisiológicos, los procesos bioquímicos y los sistemas genéticos involucrados en dichos caracteres.

Para hacer frente a los desafíos presentados por el cambio climático, será esencial que funcionen programas efectivos de fitomejoramiento, con recursos humanos y financieros adecuados, en todas las agroecologías clave. Se estima que el cambio climático tendrá un impacto significativo en un futuro relativamente cercano y, dado el largo tiempo necesario para un ciclo de mejoramiento de cultivo, es fundamental que todas las acciones necesarias se realicen de inmediato para fortalecer y acelerar los esfuerzos de mejoramiento.

4.10 Aspectos culturales de los RFAA

La utilización de los RFAA representa un amplio continuum de actividades que atraviesan los paisajes cultural, ecológico, agrícola y de investigación. Entre ellos, los usos agrícolas de los RFAA reciben ampliamente la mayor atención, aunque otros usos también son muy importantes en ciertas situaciones y para ciertas comunidades. Los alimentos locales y tradicionales, por ejemplo, son muy importantes para casi todas las culturas, y su importancia trasciende su relevancia nutricional. Pueden tener asociaciones ceremoniales o religiosas importantes y, en muchos casos, son per-

CAPÍTULO 4

tinientes a la identidad de una sociedad. Sin embargo, los usos culturales tradicionales tienden a cambiar lentamente con el tiempo y es poco plausible que hayan cambiado significativamente desde que se publicó el Primer Informe. No obstante, disponer de los programas básicos con recursos humanos y financieros adecuados para seleccionar germoplasma y realizar pruebas de variedad en agroecologías clave tiene una importancia enorme. Un buen ejemplo de esta dimensión fue el caso muy bien documentado de la patata en los países en desarrollo, que se presentó como parte de la celebración del Año internacional de la patata.⁵⁴

4.11 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el *Estado mundial*

Los informes de países indicaron que durante el período entre el Primer y el Segundo Informe hubo mayores esfuerzos por mejorar el estado de la utilización de los recursos fitogenéticos. Algunos de los puntos más relevantes identificados desde el Primer Informe son los siguientes.

- La capacidad total de fitomejoramiento a nivel global no cambió significativamente.
- Ciertos programas nacionales informaron un modesto aumento en el número de fitomejoradores y otros informaron una disminución.
- Hubo pocos cambios en el foco de cultivo de los programas de mejoramiento, así como en los caracteres principales buscados por los fitomejoradores. Los cultivos principales siguen recibiendo la mayor parte de la atención, y el rendimiento por unidad de superficie continúa siendo el principal carácter buscado. Sin embargo, recientemente se prestó más atención a los cultivos infrautilizados y al uso de las ESAC.
- La cantidad de muestras caracterizadas y evaluadas y la cantidad de países donde se lleva a cabo la caracterización y evaluación aumentaron en todas las regiones, pero no en todos los países. Un número creciente de países usan marcadores moleculares para caracterizar su germoplasma.
- Se realizaron progresos en el mejoramiento genético y en la ampliación de la base, y varios países informan ahora sobre el uso de dichas técnicas como medio para introducir nuevos caracteres desde poblaciones no adaptadas y afines silvestres.
- Aunque informes de países provenientes de las cinco regiones indicaban un aumento en la participación de los agricultores en las actividades de fitomejoramiento en el transcurso de la última década, esta participación todavía se limita al establecimiento de prioridades y a la selección entre líneas avanzadas o variedades terminadas.
- Las limitaciones (recursos humanos, financiación e instalaciones) para un mayor uso de los RFAA y su importancia relativa son similares a las descritas en el Primer Informe. Sin embargo, en esta ocasión también se llamó la atención a cuestiones como la falta de vínculos plenamente efectivos entre investigadores, fitomejoradores, encargados, productores de semillas y agricultores, y a la falta de sistemas de información integrales.
- Desde la publicación del Primer Informe, se han reconocido varios nuevos desafíos, los cuales están comenzando a ser afrontados en análisis y estrategias nacionales. Aquellos que se resaltan en este informe incluyen: agricultura sostenible y servicios ecosistémicos, cultivos nuevos e infrautilizados, cultivos para biocombustibles, salud y diversidad alimentaria y cambio climático.
- Durante el transcurso de la última década, hubo un aumento sustancial en la sensibilización de la magnitud y naturaleza de las amenazas planteadas por el cambio climático y de la importancia y el potencial de los RFAA para asistir a la agricultura a mantenerse productiva dentro de las nuevas condiciones, mediante el apoyo a esfuerzos para mejorar variedades de cultivos nuevos y adaptados.
- El área sembrada con cultivos transgénicos aumentó significativamente desde 1996, y el mercado de semillas creció en valor a la par. En 2007 había 114,3 millones de hectáreas plantadas con cultivos modificados genéticamente, en especial soja, maíz, algodón y colza oleaginosa.
- Hubo un aumento importante en el comercio internacional de semillas, que está dominado por menos y más grandes compañías de semillas multinacionales que en 1996. El interés de dichas compañías sigue estando sobre todo en el desarrollo de variedades mejoradas y la comercialización de semillas de alta calidad de los cultivos principales, de los cuales los agricultores reemplazan las semillas todos los años.
- La inversión por parte del sector público en la producción de semillas, que ya se encontraba en un nivel

bajo en la mayoría de los países desarrollados cuando se publicó el Primer Informe, también se ha reducido significativamente en muchos países en desarrollo. En muchos países, el acceso a variedades mejoradas y a semillas de calidad sigue siendo limitado, especialmente para los agricultores no comerciales y para los productores de cultivos menores.

- Hay una tendencia a armonizar las reglamentaciones aplicadas a las semillas a nivel regional (Europa, África oriental, austral y occidental) para facilitar el comercio de semillas y fomentar el desarrollo del sector.
- Hubo una tendencia creciente a integrar los sistemas locales de semillas dentro de las intervenciones de emergencia orientadas a apoyar a los agricultores después de desastres naturales y conflictos civiles.
- Existe un mercado creciente para las semillas especializadas o de 'nichos', como por ejemplo para las variedades 'patrimoniales'.

4.12 Deficiencias y necesidades

A pesar de que hubo progresos en varias áreas vinculadas al uso de los RFAA desde que se publicó el Primer Informe, los informes de países siguen identificando algunas deficiencias y necesidades. Entre ellas se encuentran las siguientes.

- La necesidad urgente de aumentar la capacidad de fitomejoramiento en todo el mundo para poder adaptar la agricultura, con miras a satisfacer la demanda de más y diferentes productos alimentarios y no alimentarios, que crece rápidamente, en condiciones climáticas significativamente diferentes a las que prevalecen hoy. La capacitación de más fitomejoradores, técnicos y trabajadores de campo y el suministro de mejores instalaciones y fondos adecuados resultan esenciales.
- La necesidad de una mayor sensibilización sobre el valor de los RFAA y la importancia del mejoramiento de los cultivos, para afrontar los desafíos globales futuros entre los responsables de las políticas, los donantes y el público en general.
- La necesidad de que los países adopten estrategias, políticas, marcos legales y reglamentaciones apropiadas y efectivas para promover el uso de los RFAA, con inclusión de una apropiada legislación respecto a las semillas.
- Existen importantes oportunidades de fortalecer la cooperación entre aquellos involucrados en la conservación y el uso sostenible de los RFAA, en todas las etapas de la cadena de semillas y alimentos. Se necesitan vínculos más fuertes, especialmente entre los fitomejoradores y quienes están involucrados en el sistema de semillas, así como entre los sectores público y privado.
- Se necesitan mayores esfuerzos para incorporar nuevas herramientas biotecnológicas y de otros tipos dentro de los programas de fitomejoramiento.
- Se necesitan más inversiones para el mejoramiento de los cultivos infrautilizados, así como de los caracteres en los cultivos principales que probablemente tendrán mayor importancia en el futuro, a medida que se preste más atención a la salud y las preocupaciones alimentarias y se intensifiquen los efectos del cambio climático.
- Para capturar el potencial valor de mercado de los cultivos autóctonos, las variedades locales, los cultivos infrautilizados y similares, es necesario lograr una mayor integración de los esfuerzos de individuos e instituciones que tienen intereses en distintas partes de la cadena de producción, desde el desarrollo y la prueba de nuevas variedades, pasando por las actividades de valor agregado, hasta la apertura de nuevos mercados.
- La falta de datos adecuados de caracterización y evaluación y de la capacidad de generarlos y manejarlos sigue siendo una limitación importante para el uso de varias colecciones de germoplasma, especialmente de cultivos infrautilizados y especies silvestres afines.
- Se necesita prestar más atención al desarrollo de colecciones de referencia y otros subconjuntos de colecciones, así como a los esfuerzos de preselección y ampliación de la base, como medios efectivos para promover y mejorar el uso de los RFAA.
- Para promover y fortalecer el uso del fitomejoramiento participativo, es necesario que varios países reconsideren sus políticas y legislaciones, incluso el desarrollo de una adecuada protección de la propiedad intelectual y los procedimientos para certificación de semillas para variedades mejoradas mediante fitomejoramiento participativo. Se debe prestar también mayor atención a la creación de capacidad y a garantizar que el fitomejoramiento participativo se integre en las estrategias de mejoramiento nacionales.

CAPÍTULO 4

- Se requieren mayores esfuerzos para alentar y apoyar a los emprendedores y a los emprendimientos en pequeña escala interesados en el uso sostenible de los RFAA.

Bibliografía

- Algunos países interpretaron el término *colección de referencia* como la colección principal que existe para un cultivo determinado. Ver, por ejemplo, los informes de países de Egipto, Indonesia y Rumania.
- Informes de países: Brasil, China, Federación de Rusia y Malasia.
- Informes de países: Chile, Líbano, Pakistán y Tailandia.
- Disponible en http://www.procisur.org.uy/online/regensur/documentos/libro_colecciones_nucleo1.pdf.
- Disponible en <http://www.figstraitmine.org/index.php?dpage=11>.
- GIPB.** Disponible en <http://km.fao.org/gipb/>.
- Disponible en <http://km.fao.org/gipb/pbbc/>.
- Guimaraes, E. P., Kueneman, E. y Paganini, M.** 2007. Assessment of the national plant breeding and associated biotechnology capacity around the world. *International Plant Breeding Symposium. Honoring John W. Dudley (A supplement to Crop Science)* pág. S262-S273.
- Op. cit. Nota al pie 8.
- Murphy, D.** 2007. *Plant breeding and biotechnology. Societal context and the future of agriculture.* Capítulo 9, Decline of the public sector. Reino Unido. Cambridge University Press.
- Comunicación con consultores nacionales responsables de los estudios de la GIPB.
- Disponible en www.cuke.hort.ncsu.edu.
- La situación de los recursos fitogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura.* 1998. FAO, Roma.
- Sonnino, A., Carena, M.J., Guimaraes, E.P., Baumung, R., Pilling, D. y Rischkowsky, B.** 2007. *An assessment of the use of molecular markers in developing countries.* FAO, Roma.
- Resúmenes informativos por país de la GIPB. Disponible en <http://km.fao.org/gipb/pbbc/>.
- Op. cit. Nota al pie 8.
- Disponible en www.acci.org.za.
- Disponible en www.wacci.edu.gh.
- Disponible en <http://cuke.hort.ncsu.edu/gpb/>.
- Disponible en www.generationcp.org/.
- Op. cit. Nota al pie 6.
- Disponible en www.isaaa.org.
- FAOSTAT.** Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- Disponible en <http://www.globalrust.org/>.
- Informe de país: Filipinas.
- Informe de país: República Unida de Tanzania.
- Informe de país: Portugal.
- Almekinders, C. y Hardon, J.** (redactores). 2006. Bringing Farmers Back Into Breeding: Experiences with Participatory Plant Breeding and Challenges for Institutionalization. *Agromisa Special*, 5, Agromisa, Wageningen, Países Bajos. pág 140.
- Disponible en <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:162:0013:0019:EN:PDF>.
- Op. cit. Nota al pie 10.

- ³¹ Base de datos del PBBC y, por ejemplo, el informe de país de Tayikistán.
- ³² Informe de país: Portugal.
- ³³ Información de la síntesis regional del Cercano Oriente y de África del norte.
- ³⁴ **Louwaars, N.** 2008. Estudio temático sobre *Seed systems and PGRFA*. A contribution to the SoWPGR-2 (disponible en el CD adjunto a esta publicación).
- ³⁵ Op. cit. Nota al pie 34.
- ³⁶ Informes de países: Finlandia, Ghana, Grecia, Jamaica, Líbano y Noruega.
- ³⁷ Informes de países: Filipinas, Grecia, Países Bajos, Polonia y Portugal.
- ³⁸ Disponible en www.isaaa.org.
- ³⁹ 'Crops for the Future' nació en 2008 luego de la fusión de la Unidad de Facilitación Global para Especies Infrutilizadas y el Centro Internacional de Cultivos Infrutilizados. Disponible en <http://www.cropsforthefuture.org/>.
- ⁴⁰ **Bourne, J. K.** 2007. Biofuels, *National Geographic*, octubre de 2007, 212: 38-59.
- ⁴¹ Op. cit. Nota al pie 40.
- ⁴² Disponible en www.rothamsted.ac.uk.
- ⁴³ Disponible en www.usda.gov.
- ⁴⁴ Op. cit. Nota al pie 40.
- ⁴⁵ Varios puntos informativos de esta sección se registraron en: **Burlingame, B. y Mouille, B.** 2008. Estudio temático sobre *The contribution of plant genetic resources to health and dietary diversity*. A contribution to the SoWPGR-2 (disponible en el CD adjunto a esta publicación).
- ⁴⁶ **Somado, E. A., Guei, R. G. y Keya, S. O.** 2008. Unit 2 - NERICA nutritional quality: protein and amino acid content. En: NERICA: the New Rice for Africa - a Compendium. WARD. pág. 118-119.
- ⁴⁷ Op. cit. Nota al pie 45.
- ⁴⁸ Disponible en www.harvestplus.org.
- ⁴⁹ Disponible en www.gcgh.org.
- ⁵⁰ **Lobell, D. L., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. y Naylor, R.** 2008. Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science*, 319: 607-611.
- ⁵¹ Gran parte de esta información proviene de: **Jarvis, A., Upadhyaya, H., Gowda, C.L.L., Aggerwal, P.K. y Fujisaka, S.** 2008. Estudio temático sobre *Climate change and its effect on conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture and associated biodiversity for food security*. A contribution to the SoWPGR-2.
- ⁵² SGSV First Anniversary Seminar. Febrero, 2009. Disponible en http://www.regjeringen.no/upload/LMD/kampanjeSvalbard/Vedlegg/Svalbard_Statement_270208.pdf.
- ⁵³ Op. cit. Notas al pie 51 y 52.
- ⁵⁴ Disponible en www.potato2008.org/.



Capítulo 5

El estado de los programas nacionales, las necesidades de capacitación y la legislación

5.1 Introducción

El objetivo de los programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) es apoyar el desarrollo económico y social y sustentar los esfuerzos para desarrollar sistemas agrícolas más productivos, eficientes y sostenibles. Estos constituyen el aspecto fundamental del sistema global para conservar y utilizar los RFAA. Si bien la cooperación internacional entre los programas nacionales es esencial y se aborda en el Capítulo 6, este capítulo intenta definir y categorizar los programas nacionales, describe los acontecimientos ocurridos desde 1996, identifica las necesidades y oportunidades actuales de capacitación y desarrollo de las capacidades y describe el estado de la legislación nacional. El capítulo concluye con un resumen de los principales cambios que se produjeron desde la publicación del Primer Informe y presenta las deficiencias y necesidades clave para el futuro.

5.2 Estado de los programas nacionales

5.2.1 Finalidad y funciones de los programas nacionales

La esfera de actividad prioritaria 15 del Plan de Acción Mundial (PAM) apoya la formación o el fortalecimiento de programas nacionales para los RFAA como una estrategia para involucrar y coordinar a todas las instituciones y organizaciones pertinentes de un país en un emprendimiento integral cuyo objetivo es promover y apoyar la conservación, el desarrollo y la utilización de los RFAA. Los países varían en cuanto a la medida en que incorporan programas nacionales de RFAA a los planes nacionales de desarrollo, o bien en cuanto a la medida en que incluyen dichos programas en estrategias y políticas medioambientales o agrícolas más específicas. Entre los componentes de un programa nacional se encuentran tanto las instituciones y organizaciones relacionadas con los RFAA como los vínculos y las comunicaciones que se establecen entre estas. En la práctica, el diseño y la función de un programa nacional son específicos de cada país y están determina-

dos por varios factores, tales como la historia, la geografía, la situación de la biodiversidad, la naturaleza de la producción agrícola y las relaciones con los países vecinos con respecto a la biodiversidad compartida.

Un programa nacional eficiente de RFAA debe tener objetivos bien definidos, prioridades claras y un esquema de implementación. Debe estar bien estructurado y coordinado y debe involucrar a todas las partes interesadas pertinentes, independientemente de cuán diversas sean. El éxito de dicho programa depende en gran medida del compromiso que asuman los gobiernos nacionales de proporcionar la financiación, las políticas y el marco institucional necesarios.

En virtud de lo mencionado anteriormente, no sorprende que exista una considerable heterogeneidad entre los programas nacionales en cuanto a sus objetivos, funciones, organización e infraestructura. Al mismo tiempo, existen numerosas coincidencias, en parte como resultado de las obligaciones contraídas en virtud de los diversos instrumentos internacionales, tales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA), el PAM y varios otros acuerdos comerciales y sobre derecho de propiedad intelectual (DPI) (ver Capítulo 7).

5.2.2 Tipos de programas nacionales

En el Primer Informe se intentó clasificar la diversidad de los programas nacionales en tres categorías: (i) un sistema formal y centralizado; (ii) un sistema formal y sectorial, con coordinación nacional, donde las distintas instituciones adoptan una función de liderazgo para componentes específicos del programa nacional; y (iii) un mecanismo nacional, sólo para coordinación, en el cual intervienen todas las organizaciones e instituciones pertinentes. En retrospectiva, este esquema podría haber sido demasiado simplista.

El proceso de recopilar información para el Segundo Informe reveló una amplia variedad de sistemas nacionales de RFAA en términos de tamaño, estructura, organización, composición institucional, financiación y objetivos. No fue sencillo distinguir las tres categorías de actividades nacionales relacionadas con los RFAA que se utilizaron para el Primer Informe. Por ejemplo, existen sistemas centralizados que podrían no ser "formales" y existen sistemas sectoriales que no cuentan con ningún mecanismo de coordinación.

CAPÍTULO 5

Tal vez el sistema más conocido sea un sistema nacional centralizado basado en una integración vertical de las unidades de RFAA dentro de una institución nacional, como un Ministerio de Agricultura. Este sistema es financiado por el gobierno nacional, se vincula con todos los sectores pertinentes fuera de la organización central, como instituciones académicas, ONG y el sector privado, y es coordinado por un comité nacional asesor de coordinación. Otro modelo es un sistema nacional basado en un liderazgo sectorial descentralizado, pero sumamente coordinado, cuya financiación surge de cada uno de los sectores por separado. Otro modelo podría ser una estructura regional que abarcara otros países. De esta manera, los componentes que faltan en un país se compensan con aquellos componentes que se encuentran bien desarrollados en otro país. En este caso, se comparten los conocimientos y el germoplasma, se amplían las oportunidades de capacitación y se alcanza una mayor eficiencia debido a que no hay un único país que tenga que desarrollar cada uno de los componentes en forma independiente.

Los países no tuvieron que identificar su propio tipo de programa nacional con respecto a las tres categorías, ni para el Primer Informe ni para el Segundo Informe. En muchos casos, no se informaron aquellos factores que podrían haber ayudado a la categorización. Por lo tanto, la información sobre el estado y las tendencias actuales de los programas nacionales desde la publicación del Primer Informe debe interpretarse con cautela. La interpretación se complica aún más por el hecho de que el conjunto de países que brindó información para el Segundo Informe fue distinto y más reducido que el del informe de 1996 y, en la mayoría de los casos, la persona o el grupo de personas que se encargaron de brindar información del país para el informe fueron diferentes en ambos periodos. A pesar de estas dificultades, es posible obtener algunas comparaciones que son reveladoras y pertinentes.

5.2.3 Estado del desarrollo de los programas nacionales

Durante la última década, ha habido un considerable avance en cuanto al porcentaje de países que cuentan con un programa nacional de uno u otro tipo. De los 113 países¹ que aportaron información para el Primer y el Segundo Informe, el 54 por ciento informó que contaba con un programa nacional en 1996, mientras el 71 por ciento mencionó que en la actualidad cuenta con algún tipo de programa nacional.

Al momento del Primer Informe, el 10 por ciento de los países que brindaron información contaba con un programa nacional “en desarrollo”. De estos países, siete brindaron información para el Segundo Informe y todos lograron llevar a cabo los programas, a excepción de uno, que ahora ha anunciado la implementación de un programa nacional.

De los 120 países que brindaron información para el Segundo Informe, ya sea mediante un informe de país, un mecanismo nacional de intercambio de información (NISM) o la participación en un taller regional,² el tipo de programa nacional más común que se informa es el sectorial (67 por ciento de los países que brindaron información), ya sea formal, informal, con o sin coordinación nacional.

La mayoría de los informes actuales emitidos por aquellos países que aún no cuentan con un programa nacional reconocen el valor de establecer uno, y se encuentran analizando la forma que podría tomar y qué se necesita para implementarlo. Algunos de estos países han indicado que cuentan con comités que actualmente están analizando la situación.

Queda claro que los países aún tienen la posibilidad de mejorar los sistemas nacionales y la coordinación de los RFAA. Una gestión integral de los RFAA requiere de una unión de esfuerzos dentro y fuera del país en cuestión, como así también debe contar con la participación de un diverso conjunto de instituciones. Tal como se describió en otra sección de este informe (por ejemplo, ver Sección 4.7.3), los frágiles vínculos entre los sectores de conservación y de utilización de los RFAA aún constituyen un gran tema de preocupación. Existen algunas señales que indican que la situación podría estar mejorando. Por ejemplo, varios países ahora incluyen sus programas de RFAA dentro del contexto de sus planes nacionales de desarrollo y similares. Sin embargo, los vínculos institucionales sólidos y completamente eficaces entre los bancos de genes nacionales y los fitomejoradores y/o los agricultores aún son relativamente poco frecuentes, en especial en los países en desarrollo.

Incluso en aquellos países que cuentan con programas nacionales activos y bien coordinados, hay determinados elementos clave que podrían faltar. Por ejemplo, las bases de datos nacionales de acceso público aún son relativamente poco frecuentes, al igual que los sistemas coordinados para la duplicación de seguridad y la sensibilización participativa de la opinión pública.

Otra área que aún necesita más atención en muchos programas nacionales es una unión de esfuerzos más

eficaz por parte de los sectores públicos y privados (ver Capítulos 1 y 4). En muchos países, las compañías privadas de fitomejoramiento y del sector de semillas deben entender el valor que tiene dedicar tiempo y recursos para fortalecer su colaboración con las instituciones técnicas del sector público. Sin embargo, en otros casos, fue el sector privado el que insistió en que los gobiernos debían establecer programas nacionales.

Los informes de países de varias regiones mencionaron los NISM en relación con la implementación del PAM como una valiosa herramienta para establecer y mejorar los programas nacionales.³ Los países participantes reconocieron la útil función que desempeñan los NISM para facilitar la gestión de información y el intercambio de RFAA, como así también para fomentar la identificación de las partes interesadas dentro del país y promover la colaboración.

El proceso de contribuir a un NISM une los esfuerzos de las distintas partes interesadas, y de esta manera se ayuda a construir una base institucional más amplia para la conservación y la utilización de los RFAA. Los NISM proporcionan una plataforma clave para el intercambio de información, la implementación de políticas, el intercambio científico, la transferencia de tecnología, la colaboración con las investigaciones, así como la determinación y la distribución de responsabilidades. Los NISM también son importantes en el contexto regional e internacional para ayudar a sensibilizar sobre el valor que tienen los RFAA y las medidas que otros países están adoptando para conservarlos y utilizarlos.

5.2.4 Financiación del programa nacional

La mayoría de los informes de países indicaron que el gobierno nacional es la principal fuente de financiación para mantener su programa nacional. Este es uno de los indicadores que puede utilizarse para ayudar a definir un programa "formal". En algunos casos, esto se complementa con fondos provenientes de donantes internacionales. Por lo general, los componentes individuales del sistema nacional, por ejemplo, las unidades que intervienen en la conservación, el mejoramiento de los cultivos, los sistemas de semillas, la protección de los cultivos, las áreas protegidas, la extensión, la educación o la capacitación, reciben fondos provenientes de diversas fuentes: distintos ministerios, fundaciones y organismos de financiación nacionales o internaciona-

les, o bien filantropía privada. En gran medida, la participación de compañías privadas con fines de lucro en los sistemas nacionales está autofinanciada.

Aunque varios países, especialmente en Europa, han informado que la financiación general ha aumentado considerablemente desde 1996, muchos de los informes de países indicaron que la financiación que recibe su programa nacional es inadecuada y poco confiable, lo cual dificulta una planificación a largo plazo. Si bien los bancos de genes nacionales *per se* cuentan con fondos directos e identificables provenientes del gobierno nacional, la financiación de los mecanismos nacionales de coordinación y demás elementos de un sistema nacional a menudo se pierden dentro de otras categorías de presupuesto, lo cual aumenta aún más la incertidumbre en la que están inmersos.

En algunas regiones, por ejemplo, en África, los informes de países han resaltado la necesidad de contar con un mayor respaldo para la infraestructura. En los casos en que los gobiernos nacionales no han sido los encargados de proporcionar este respaldo, a veces la ayuda provino de organizaciones regionales e internacionales, de organismos bilaterales y de fundaciones privadas. En términos generales, el respaldo financiero proveniente de estos organismos para la conservación y la utilización de los RFAA en los países en desarrollo parece haber aumentado desde la publicación del Primer Informe.

A pesar de que no existen cifras disponibles que indiquen las tendencias generales en cuanto a la financiación, tanto el CDB como el PAM y el TIRFAA han colaborado claramente para que se le diera al tema un mayor relieve y, en términos generales, esto casi seguro ha tenido un impacto positivo. Del mismo modo, la publicidad internacional en torno a determinados acontecimientos, como el lanzamiento del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDDT) y la inauguración del Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV), ha servido para sensibilizar al público general, a los formuladores de políticas y a los donantes sobre la importancia de conservar y utilizar los RFAA.

Si bien el nivel y la confiabilidad de la financiación son algunos de los principales factores que determinan la solidez y la efectividad de un programa nacional de RFAA, existen también otros factores importantes, tales como el grado de respaldo y sensibilización de la opinión pública, la voluntad política y la calidad del liderazgo y de la gestión. Al igual que el respaldo financiero, está claro que estos factores varían según los diversos países y regiones.

CAPÍTULO 5

5.2.5 Función del sector privado, de las organizaciones no gubernamentales y de las instituciones educativas

Tal como se describió anteriormente, en la mayoría de los países, el gobierno nacional es la principal entidad que interviene en los programas nacionales para la conservación y la utilización de los RFAA, por lo general, mediante diversas instituciones del sector público que dependen de uno o varios ministerios. Sin embargo, la participación de otras partes interesadas parece haber aumentado desde la publicación del Primer Informe. Entre estas partes interesadas, se encuentran compañías privadas con fines de lucro, ONG, organizaciones de agricultores y otros grupos de comunidades rurales e instituciones educativas, especialmente universidades.

5.2.5.1 Sector privado

Las compañías del sector privado son muy diversas en cuanto al tamaño, al alcance y al negocio principal, y esta diversidad se refleja en la participación que estas compañías tienen en los programas nacionales. Sus intereses y su intervención varían desde la recolección y el mantenimiento de colecciones de germoplasma (por lo general, las colecciones de trabajo de los fitomejoradores) y la evaluación del germoplasma hasta el mejoramiento genético, los ensayos en localidades múltiples, la bioseguridad, la liberación de variedades y la multiplicación y distribución de semillas. A veces, también participan activamente en actividades de educación, capacitación y sensibilización de la opinión pública. Durante los últimos años, las asociaciones públicas y privadas dedicadas a la investigación y al desarrollo parecen haber adquirido una mayor importancia, especialmente en el área de la biotecnología.⁴ Dentro de Europa occidental, Australia, Estados Unidos de América y otros países industrializados, el sector privado abarca actualmente un gran porcentaje del total de iniciativas de fitomejoramiento (ver Sección 4.4), y esto se está extendiendo rápidamente hacia otros lugares, en especial hacia sectores de América Latina y Asia. El establecimiento de vínculos más estrechos entre las compañías privadas y las instituciones públicas dedicadas a la investigación básica, la conservación, el mejoramiento genético, los sistemas de información y otros sectores similares, ofrecen importantes beneficios potenciales para todas las partes involucradas.

5.2.5.2 Organizaciones no gubernamentales

En muchos países, las ONG desempeñan una función muy importante en las explotaciones y las comunidades, en lo que se refiere a promover y apoyar la conservación y la gestión de los RFAA. Sus actividades abarcan desde participar directamente en la conservación *in situ* en áreas protegidas hasta promover la gestión de los RFAA en la explotación para beneficio de las comunidades y las viviendas locales. Muchas también trabajan presionando a los gobiernos para que presten más atención a estas cuestiones. En varios países, las ONG participan activamente en iniciativas coordinadas a nivel nacional. Resulta imposible brindar un análisis o panorama integral de las actividades de las ONG con respecto a los RFAA dado que son demasiado numerosas y diversas, especialmente en el ámbito regional y nacional.

Según los informes de países, las ONG están activas en la mayoría de las regiones y son particularmente fuertes en África, Asia, Europa y sectores de América Latina. Alemania, los Países Bajos y Suiza informaron sobre la efectiva participación de las ONG. En Asia, ONG como LI-BIRD, en Nepal, y la Fundación M. S. Swaminathan para la Investigación y la Campaña por los genes, en la India, han trabajado activamente para promover la gestión de los RFAA en la explotación. Los sindicatos y las cooperativas de agricultores son reconocidos como partes interesadas importantes y fundamentales en muchos países de la región del Cercano Oriente. Una gran cantidad de talleres y programas de capacitación nacionales sobre recursos fitogenéticos han ayudado a potenciar la función de las ONG dentro de los programas nacionales, especialmente en lo que se refiere a transferencia de tecnología, la sensibilización de la opinión pública y el desarrollo de las capacidades.

5.2.5.3 Universidades

Las universidades participan y colaboran activamente en los programas nacionales de RFAA en muchos países y en todas las regiones. Numerosos ejemplos se han citado en otras secciones de este informe. Las universidades no solo desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de los recursos humanos, sino que también contribuyen sustancialmente a la investigación y el desarrollo de los RFAA. Asimismo, intervienen cada vez más en la aplicación de biotecnología a la conservación y el mejoramiento de los cultivos, por ejemplo en la crioconservación, la propaga-

ción *in vitro*, el desarrollo y la aplicación de marcadores moleculares, la medición y el control de la diversidad genética y los análisis de las relaciones entre las especies.

Si bien desempeñan un papel fundamental, muchas universidades y otras instituciones educativas, especialmente en los países en desarrollo, carecen de instalaciones y respaldo financiero adecuados, lo cual limita sus posibilidades de contribuir al máximo de su capacidad.

5.3 Capacitación y educación

Una de las prioridades enumeradas en el PAM es satisfacer las necesidades de capacitación y desarrollo de las capacidades de los programas nacionales. Expandir y mejorar la educación y la capacitación constituye la esfera de actividad prioritaria 19 del PAM, mientras que el desarrollo de las capacidades se aborda en la cuarta sección. Todos los sectores necesitan contar con personal altamente competente: investigadores y técnicos, trabajadores del desarrollo, ONG y agricultores. Se deben realizar esfuerzos especiales para capacitar a los directores de investigación y a los formuladores de políticas. En muchos países, los programas de estudios de ciencias biológicas de todos los niveles educativos deben elaborarse o actualizarse de manera tal que abarquen la biología de la conservación, especialmente en relación con la agrobiodiversidad.

Desde 1996, han tenido lugar numerosos acontecimientos en el área de capacitación y educación, a los que acompañó el surgimiento de una importante cantidad de nuevas oportunidades en diversos países. En lo que se refiere a capacitación, se ha registrado una mayor colaboración entre los programas nacionales y las organizaciones regionales e internacionales (en especial con la FAO y los centros del GCIAI), y las oportunidades para el desarrollo de las capacidades han aumentado. Gran parte de esto ha sido el resultado de financiaciones adicionales puestas a disposición por parte de donantes bilaterales y multilaterales para proyectos de investigación que cuentan con un componente de desarrollo de los recursos humanos. En la actualidad, son más las universidades que ofrecen tanto cursos informales de corta duración como cursos formales de maestría en ciencias o de doctorado en áreas relacionadas con los RFAA. Cada vez surgen más materiales nuevos de capacitación, mientras que las instalaciones de laboratorio y de campo para fines de capacitación han mejorado en muchos países. Sin embargo, a pesar de estos acontecimientos, aún se necesita una ma-

yor capacidad en cuanto a educación y capacitación, a fin de satisfacer la creciente demanda de nuevos profesionales altamente capacitados y de un perfeccionamiento de las habilidades y los conocimientos de aquellos profesionales que ya intervienen en la conservación o la utilización de los RFAA.

El objetivo de la mayoría de los programas relacionados con la gestión de los RFAA en la explotación es desarrollar tanto sus propias capacidades profesionales como las de los agricultores con quienes trabajan. Sin embargo, muchas ONG y agencias de desarrollo no cuentan con el suficiente personal calificado para impartir la capacitación necesaria a las comunidades agrícolas. Si bien Indonesia, Malawi y Zambia han mencionado específicamente un grado más alto de capacitación en conservación *in situ* y en gestión de los RFAA en la explotación, la mayor parte del desarrollo de las capacidades en estas áreas ha sido menos formal. Por ejemplo, Cuba, India y Nepal han informado sobre un aumento de la cantidad de grupos capacitados en fitomejoramiento participativo (ver Sección 4.6.2) y en la compilación de registros de biodiversidad de las comunidades. Muchos informes de países⁵ mencionaron actividades relacionadas con la gestión de los RFAA en la explotación que incluyen cursos técnicos para agricultores y capacitación mutua entre los mismos, creación de asociaciones de agricultores, cursos para extensionistas y capacitación profesional de corta duración. Los enfoques participativos han sido fundamentales para gran parte del trabajo que se llevó a cabo en esta área, y tuvieron como resultado un mejoramiento de la capacidad local para realizar investigaciones informales y una evaluación de la diversidad.

En Marruecos y en Nepal, el trabajo sobre la diversidad ha estado relacionado con campañas de alfabetización que, entre otras cosas, ayudan a fortalecer la capacidad de gestión de la diversidad. Otra de las facetas importantes dentro de varios proyectos ha sido una mayor sensibilidad respecto de las diferencias de trato por razón de género, no solo mediante la recopilación de datos desglosados por géneros y la participación de mujeres agricultoras, sino también como resultado de una mayor intervención de las mujeres en tareas de investigación y gestión de proyectos.

Desde la publicación del Primer Informe, han surgido nuevos manuales y otras herramientas para apoyar la capacitación en el manejo de la diversidad genética en la explotación. Entre los ejemplos se incluyen una guía de capacitación desarrollada por *Bioversity International*,⁶ un libro de consulta publicado por el CIP⁷ sobre la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad agrícola, y un "conjunto de

CAPÍTULO 5

herramientas” cuya meta es ayudar a desarrollar estrategias para la gestión de los RFAA en la explotación.⁸ El enfoque de la gestión de la biodiversidad en las comunidades, incluidos los registros de biodiversidad de las mismas, tiene como objetivo desarrollar en las comunidades locales la capacidad suficiente como para que tomen sus propias decisiones sobre la conservación y la utilización de la biodiversidad.⁹ Esto se logra facilitando a la comunidad el acceso al conocimiento, a la información y a los materiales genéticos.

Las siguientes secciones resumen los acontecimientos principales relacionados con la capacitación y la educación en el ámbito regional.

África

Un análisis de los informes de países muestra que, aparentemente y a pesar de los adelantos obtenidos en varios países, la capacidad general para impartir capacitación y educación sobre los RFAA en África sigue siendo limitada. Las universidades de Benin, Ghana, Kenya y Madagascar informaron que se han incluido asignaturas sobre recursos genéticos en sus programas de estudios universitarios, tanto en las carreras de grado como de posgrado. En Benin y en Côte d'Ivoire, se han iniciado cursos de posgrado en colaboración con *Bioversity International*, mientras que en Kenya se ha creado una asociación para dictar un curso de diploma sobre conservación de recursos fitogenéticos en el que intervienen la Universidad de Maseno junto con el KARI, el *Kenya Forest Research Institute* (KEFRI) y los museos nacionales de Kenya (NMK). En Etiopía, el IBC organiza cursos de capacitación de corta y de larga duración sobre gestión de recursos genéticos.

América

En América Latina, son varios los países que han invertido en programas educativos. Por ejemplo, el Estado Plurinacional de Bolivia ofrece desde 1996 diez cursos universitarios de corta duración sobre recursos fitogenéticos, mientras que en Brasil, la Universidad Federal de Santa Catarina inició en 1997 cursos de maestría en ciencias y de doctorado, los cuales cuentan con el respaldo financiero del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq). En Argentina, varias universidades cuentan con carreras de grado y maestrías en ciencias. En Costa Rica, la Universidad EARTH ofrece cursos regulares sobre temas relacionados con recursos genéticos, mientras que, en el año 2002, se dictó en el CATIE

un curso de posgrado titulado “Manejo y uso sostenible de los recursos fitogenéticos” con el objetivo de mejorar la utilización de la diversidad genética de plantas cultivadas. En México, existe un amplio programa de capacitación, donde muchas universidades y otras instituciones ofrecen cursos sobre aspectos relacionados con recursos genéticos, en ámbitos que van desde la escuela secundaria hasta los cursos de posgrado. En Uruguay, las carreras de grado en ciencias aplicadas abarcan temas relacionados con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. Sin embargo, según los informes de países, no existe en la actualidad ningún programa formal de capacitación en recursos genéticos en Cuba, Ecuador, Jamaica, Perú, la República Bolivariana de Venezuela, República Dominicana y Trinidad y Tobago.

Asia y el Pacífico

En los últimos años, se han dictado varios cursos regionales e internacionales de corta duración, entre los que se incluyen: mantenimiento de bancos de germoplasma en el campo (*Universiti Putra Malaysia*, UPM); conservación *in vitro* y criopreservación (NBPGR, India); documentación y recursos genéticos del bambú, en el *Forest Research Institute of Malaysia* (FRIM) y la *Universiti Malaya* (UM, Malasia); conservación *in vitro* y criopreservación de los recursos genéticos de las frutas tropicales (NBPGR, India); análisis de los datos moleculares de la diversidad de especies de árboles de frutas tropicales (*Huazhong Agricultural University*, China); criopreservación de los recursos genéticos de las frutas tropicales (*Griffith University*, Australia); utilización de marcadores moleculares para caracterizar los recursos genéticos (*Huazhong Agricultural University*, China); y conservación de base comunitaria y en la explotación y función de la sensibilización de la opinión pública (Secretaría de la Comunidad del Pacífico [SPC, Fiji]).

Tanto *Bioversity International* como el Instituto Nacional de Ciencias Agrobiológicas (NIAS)/Organismo Japonés de Cooperación Internacional (JICA) han tenido una participación activa en la capacitación relativa a la gestión de los RFAA en la región. Recientemente, *Bioversity International* ha reconocido al NBPGR de India y a la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS), al Centro de Excelencia de *Bioversity* para los recursos de agrobiodiversidad y el desarrollo de China (CEARD) como Centros de Excelencia para la capacitación sobre conservación *in vitro* y criopreservación. En Nepal, el LI-BIRD y el Centro de Investigación Agrícola de Napok (NARC) han sido identificados como Centros de Excelencia para la ca-

pacitación sobre conservación en las explotaciones agrícolas.

La *University of the Philippines Open University* (UPOU) ha celebrado un acuerdo con *Bioversity International* para desarrollar cursos especializados sobre política y leyes nacionales e internacionales relacionadas con la gestión de los recursos fitogenéticos. La Iniciativa de Políticas sobre Recursos Genéticos (GRPI) de *Bioversity International* ha publicado diversos documentos de capacitación y otros materiales para utilizar en los programas de educación y capacitación.

Desde 1996, el NBPGR y el Instituto de Investigación Agrícola de la India (IARI) en Nueva Delhi ofrecen programas de grado conjuntos de maestría en ciencias y doctorado sobre conservación y gestión de recursos genéticos. Asimismo, se iniciaron programas de grado en la *University of the Philippines Los Baños* (UPLB), en Filipinas en 1997, y en Malasia y Sri Lanka en el año 2000.

En las Islas del Pacífico, la Universidad del Pacífico Sur (UPS), Campus de Alafua, Samoa, organizó en 2004 una reunión sobre educación relacionada con los recursos fitogenéticos. Posteriormente, se le encargó al Centro de Educación Flexible y a Distancia de la UPS el desarrollo de un programa de estudios para una carrera en recursos genéticos.

Europa

En Europa, muchas universidades ofrecen cursos sobre ciencias agrícolas, fitomejoramiento y fitología, los cuales abarcan aspectos de los recursos fitogenéticos. En varios países, se han implementado programas de grado formales de licenciatura en ciencias, maestría en ciencias y doctorado que hacen especial hincapié en la biodiversidad y los recursos genéticos como respuesta a los llamamientos a la acción realizados por el CDB. En algunos países, los integrantes del personal de los bancos de germoplasma son también miembros universitarios adjuntos o a tiempo parcial, mientras que diversas instituciones, sociedades, ONG y algunos bancos de germoplasma nacionales ofrecen cursos cortos (como talleres y seminarios) sobre aspectos prácticos de los RFAA. Los cursos sobre técnicas de recolección y conservación tienen mucha demanda, especialmente en Europa oriental.

Cercano Oriente

Las universidades de Egipto, Jordania y Marruecos están desarrollando programas de maestría que se centran en la conservación de los recursos genéticos y la gestión de los

recursos naturales. En varios países se han realizado considerables esfuerzos por aumentar la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de conservar la biodiversidad en general y la agrobiodiversidad en particular. Jordania, Kazajstán, Marruecos, Siria, junto con Cisjordania y la Franja de Gaza, han desarrollado actividades educativas curriculares y extracurriculares con el objetivo de aumentar la sensibilización de los estudiantes y sus padres. Organismos gubernamentales y distintos proyectos sobre biodiversidad de la región han utilizado diversos medios (televisión, radio, talleres, reuniones, afiches, folletos, ferias agrícolas y ecoturismo) para ayudar a educar a la población. Por ejemplo, el innovador uso del teatro rural por parte de la Dirección de Extensión de Siria tuvo como resultado un aumento de la sensibilización de la opinión pública general sobre la función y el valor de los RFAA.

En conclusión, si bien se han logrado muchos adelantos, aún queda mucho por hacer para brindar más y mejores oportunidades de capacitación en el ámbito local, nacional, regional e internacional.

5.4 Legislación y políticas nacionales

Si bien en el ámbito internacional se han negociado y aprobado varios acuerdos importantes en relación con los RFAA (ver Capítulo 7), también se ha registrado un aumento de la cantidad de reglamentaciones y leyes nacionales. El Apéndice 1 ofrece detalles sobre la situación de los países con respecto a la celebración o ratificación de importantes acuerdos internacionales, así como a la promulgación de leyes nacionales relacionadas con la conservación y la utilización de los RFAA. Las siguientes secciones describen la situación de la legislación y las reglamentaciones nacionales en cinco áreas: reglamentaciones fitosanitarias, reglamentaciones sobre semillas, DPI, derechos del agricultor y bioseguridad. Los enfoques nacionales con respecto a las reglamentaciones fitosanitarias se abordan en la Sección 6.4.1, mientras que el sistema de acceso y distribución de beneficios (ABS) es uno de los temas principales del Capítulo 7.

5.4.1 Reglamentaciones fitosanitarias

La mayoría de los países de todas las regiones han aprobado una legislación fitosanitaria nacional. Desde la publicación del Primer Informe, la aprobación del texto revisado de la

CAPÍTULO 5

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) en 1997 ha influenciado gran parte de las nuevas legislaciones nacionales en esta área (ver Sección 6.4).¹⁰ Posteriormente, muchos países modificaron sus leyes de protección fitosanitaria o bien promulgaron nuevas leyes para asegurarse de que su legislación utilizase las nuevas definiciones del texto de 1997 y reflejase los conceptos y las normas del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio. Uno de los principales cambios que se introdujeron es el requisito de que toda decisión de importar plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados deba tener un fundamento científico.

Todas las decisiones que no se basen en normas internacionales deben basarse en un análisis de riesgo de plagas.

5.4.2 Reglamentaciones sobre semillas

El sistema de semillas se encuentra ampliamente reglamentado en la mayoría de los países, desde la aprobación (y entrega) de nuevas variedades y el control de calidad de las semillas hasta la condición jurídica de las organizaciones que implementan el control de las semillas y los procedimientos de certificación aprobación y entrega de variedades. Desde la publicación del Primer Informe, se produjeron tres tendencias: el surgimiento de acuerdos voluntarios en relación con la certificación de semillas, la aprobación y entrega de variedades; un mayor uso de los principios de acreditación dentro de las reglas y normas oficiales nacionales; y la armonización regional de las leyes sobre semillas (ver Sección 4.8).

En los últimos años, se ha registrado un desarrollo significativo del comercio de semillas por parte de la población y, en especial, los sectores privados, lo que en gran medida coincidió con la celebración de los acuerdos tradicionales sobre intercambios de semillas por parte de las comunidades agrícolas locales. Esto ha provocado que los gobiernos implementen reglamentaciones sobre semillas para proteger a los usuarios (agricultores, consumidores e industrias agroalimentarias) que abarcan áreas tales como los catálogos sobre variedades de plantas, la autorización para la comercialización y el control de calidad de las semillas.

En algunos países, como Australia, Canadá, Nueva Zelanda y algunos países de América Latina, África y Asia, el crecimiento del sector privado de semillas ha obligado a los gobiernos a revisar sus leyes sobre semillas, lo que en muchos casos resultó en un cambio que reemplazó normas

obligatorias de certificación de semillas, de aprobación y entrega de variedades por acuerdos de carácter más voluntario. La naturaleza en gran medida autoreglamentada de la aprobación y entrega de variedades y de la certificación de semillas en los Estados Unidos de América permite la comercialización de semillas de variedades locales. En la India, los cambios que se realizaron tomaron el rumbo opuesto, desde acuerdos voluntarios hacia normas más obligatorias, con vistas a fortalecer la protección de los consumidores y los pequeños agricultores.

El crecimiento del sector privado de semillas también ha generado una mayor utilización de los principios de acreditación dentro de las reglas y normas regionales o nacionales sobre semillas de varios países industrializados y aquellos con economías emergentes. La introducción de servicios privados de certificación y ensayos o sistemas dentro de las compañías complementa o, en algunos casos, reemplaza la tradicional función del gobierno en estas cuestiones. En base a la evolución de las reglamentaciones sobre semillas, la Federación Internacional de Semillas (FIS) actualiza regularmente sus normas relacionadas con los contratos celebrados por los comerciantes de semillas entre sí y entre las compañías y los agricultores por contrato.

La tercera tendencia más importante es la armonización regional de las leyes sobre semillas, especialmente en África y Europa, con el propósito de evitar cualquier efecto disuasorio en el comercio transfronterizo de semillas. El ejemplo más importante de armonización regional de las leyes sobre semillas ocurre en la Unión Europea, donde hacia fines de la década de 1960 se aprobaron la certificación de semillas y las normas de calidad de semillas,¹¹ mientras que en 1970 se creó un catálogo común de variedades. En 2008, se introdujo el concepto de "variedades de conservación". Se trata de variedades que, a pesar de tener que cumplir con las normas de calidad, no tienen que observar las estrictas normas de uniformidad y estabilidad, ni poseen ningún valor comprobado para la conservación y utilización.¹² Sin embargo, dichas "variedades de conservación" se limitan a variedades antiguas y utilizadas en el ámbito local que se encuentran amenazadas por la erosión genética.

En los países de África austral, , gracias a la armonización de las leyes sobre semillas, con la asistencia de la FAO, se aprobó a comienzos de la década de 2000 una lista conjunta de variedades que permite el cultivo de las mismas en los distintos países miembros. Sin embargo, una variedad debe aparecer enumerada en al menos dos países antes de ingresar en

Recuadro 5.1**Ejemplos de acontecimientos ocurridos en la legislación nacional que respaldan la conservación y la utilización de variedades de cultivos tradicionales**

Bangladesh: se espera que el próximo marco nacional para los RFAA incluya, entre otras cosas, el reconocimiento de los derechos del agricultor, incluidas las disposiciones que estipulan la participación en los beneficios.

Ecuador: la nueva Constitución Nacional, aprobada en septiembre de 2007, promueve intensamente la conservación de la biodiversidad agrícola y el derecho de los pueblos a elegir sus propios alimentos. En particular, el Artículo 281.6 estipula: “promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas”. Se implementarán varios programas gubernamentales para respaldar a los pequeños y medianos agricultores en la producción de alimentos orgánicos y tradicionales.

Marruecos: en 2008, se aprobó una ley que abarca la denominación de origen, la indicación geográfica y el etiquetado agrícola de los productos. Esto permite el registro de los productos provenientes de razas nativas y variedades locales, lo cual ayuda a promover su utilización y conservación.

Nepal: una enmienda realizada en 2004 a la “Ley Regulatoria de Semillas” agregó una nueva disposición sobre el registro de las variedades de plantas que incluye los datos de ensayos de campo de los agricultores y otros datos obtenidos en ensayos participativos, en las solicitudes de registro. Esto permitirá el registro de las variedades y las razas nativas de los agricultores, lo que ayudará a promover la conservación, así como también aumentará las oportunidades de participar en todos los beneficios que resulten de un mayor uso de los recursos genéticos locales.

Túnez: en 2008, se aprobó una ley para promover la conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos de la palma datilera. Esto incluye la utilización de métodos *in vitro* para multiplicar las variedades, con el propósito de lograr la conservación y de rehabilitar las antiguas plantaciones de los oasis.

la lista regional de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC). Las iniciativas de armonización también se llevan a cabo en África occidental, mediante el desarrollo de una lista conjunta de variedades creada por los miembros de la Comunidad Económica de los Estados del África Occidental (CEDEAO) y la aprobación en 2008 de la Reglamentación C/REG.4/05/2008 sobre la armonización de las normas que rigen el control de calidad, la certificación y la comercialización de semillas de plantas y plántulas en la región de la CEDEAO.

Al mismo tiempo que ocurren estas tendencias, y a pesar de que existe una mayor conciencia sobre el valor del intercambio informal de semillas entre los agricultores, la mayoría de las leyes se aplican específicamente a las semillas envasadas y certificadas, y son muy pocos los países que obtienen exenciones o acuerdos especiales para las semillas de los agricultores (ver Recuadro 5.1). La mayoría de las leyes sobre semillas tiene como objetivo proteger el etiquetado de las semillas y se aplica únicamente a las semillas controladas, las cuales llevan la etiqueta de “Semillas certificadas por el

gobierno”, “Semillas inspeccionadas por el gobierno” u otra denominación similar. Las leyes marroquíes sobre semillas solo permiten el uso de la palabra “semilla” cuando se trata de semillas controladas. En muchos países, la comercialización informal de variedades locales y razas nativas es ilegal.

Uno de los principales desafíos que presenta el desarrollo de leyes nacionales sobre semillas es equilibrar la necesidad de fomentar la diversidad y las variedades locales con sistemas que promuevan el acceso a semillas de buena calidad de las variedades adecuadas. Otro de los desafíos que informan varios países consiste en encontrar la manera de asegurar una eficaz implementación de las leyes y reglamentaciones sobre semillas en aquellos casos en los que la financiación estatal, el personal calificado y la infraestructura son limitados.

5.4.3 Derechos de Propiedad Intelectual

Los sistemas para proteger y recompensar la propiedad intelectual en relación con los RFAA abarcan principalmente los

CAPÍTULO 5

derechos del fitomejorador y las patentes. Las siguientes secciones ofrecen una visión general de la situación en la que se encuentran estas dos áreas en el ámbito nacional. Hay otras formas de DPI que también pueden desempeñar una función; por ejemplo, secretos comerciales para proteger líneas endogámicas cuyo objetivo es producir variedades híbridas; indicaciones geográficas para proteger productos que tienen un origen geográfico específico y que poseen cualidades, reputación o características esencialmente atribuibles a ese origen; y derechos de autor para proteger bases de datos y otras fuentes de información. Sin embargo, estos aspectos no se consideran en las secciones siguientes del presente informe.

5.4.3.1 Derechos del obtentor

Según la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), los derechos del obtentor le permiten vender las semillas o propagar el material de sus obtenciones durante una determinada cantidad de años y en forma exclusiva, aunque estas variedades aún pueden utilizarse sin restricciones con fines de investigación o mejoramiento adicional (“exención del fitomejorador”). La cantidad de países que brindan protección legal a las variedades de plantas mediante los derechos del obtentor han aumentado sustancialmente durante los últimos diez años. Si bien la mayoría de los países de Europa occidental, Australia, Canadá, Estados Unidos de América y Nueva Zelanda ya contaban con sistemas sobre derechos del obtentor implementados antes de la publicación del Primer Informe, la mayoría de los países de África, Asia, América Latina y el Caribe, Europa oriental y el Cercano Oriente han promulgado legislación sobre los derechos del obtentor durante la última década.

El movimiento para promulgar una legislación sobre los derechos del obtentor resulta en gran medida del acuerdo Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) de la OMC, que exige a los países garantizar la protección de las variedades de plantas, ya sea mediante patentes, mediante un sistema *sui generis* efectivo, o mediante cualquier combinación de ambos (Artículo 27.3). Aunque no existe mención alguna de la UPOV en el acuerdo ADPIC, se considera que los modelos *sui generis* de la UPOV cumplen ampliamente con los requisitos del ADPIC y, como resultado, la cantidad de países que se unieron a la UPOV casi se duplicó entre 1998 y 2007, con un total de 68 países en febrero de 2010.

El creciente número de afiliados a la UPOV también es producto de una serie de acuerdos de libre comercio sobre los cuales se ha llegado a la conclusión de que extienden las normas de protección de los DPI más allá de los requisitos del ADPIC, por ejemplo, haciendo referencia explícita a la UPOV.

En África, Burkina Faso, Camerún, Kenya y Sudáfrica han implementado una legislación sobre los derechos del obtentor, mientras que otros cuatro países han desarrollado un sistema *sui generis* nacional de protección de variedades de plantas (PVP).¹³ Asimismo, hay otros seis países¹⁴ que están en proceso de desarrollar o aprobar dichas reglamentaciones. En el ámbito regional, la Organización Africana de la Propiedad Intelectual (*Organisation africaine de la propriété intellectuelle*/Organización Africana de la Propiedad Intelectual, OAPI) revisó el acuerdo de Bangui de 1999 que reglamenta el régimen común de propiedad intelectual de sus 16 Estados Miembros.¹⁵ El nuevo acuerdo establece, en su Anexo X, un sistema de PVP uniforme que se ajusta a la UPOV, como así también prevé la incorporación de los Estados Miembros de la OAPI a la UPOV mediante el depósito de un instrumento de adhesión al Acta de 1991. Asimismo, la *African Regional Industrial Property Organization* (ARIPO) se encuentra actualmente redactando el anteproyecto de un sistema de PVP regional.

En Asia y el Pacífico, siete países¹⁶ han implementado los derechos del obtentor, mientras que otros ocho han desarrollado un sistema *sui generis* nacional de PVP.¹⁷ De estos países, 13 han logrado su objetivo durante la última década. Filipinas y Singapur han iniciado el procedimiento para ingresar en la UPOV, mientras que Nepal se encuentra actualmente redactando un proyecto de ley sobre PVP.

En el continente americano, 15¹⁸ de los 34 países de América Latina y el Caribe cuentan con una legislación implementada sobre los derechos del obtentor, mientras que otros seis países¹⁹ han desarrollado sistemas *sui generis* nacionales de PVP. Guatemala y San Vicente y las Granadinas han elaborado los anteproyectos de la legislación. En todos los países, excepto en Argentina, Chile, Colombia, Cuba y Paraguay, la legislación ha sido aprobada desde la publicación del Primer Informe. En el ámbito subregional, los cinco Estados Miembros de la Comunidad Andina aprobaron la Decisión 345 sobre el Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales, la cual se elaboró tomando como modelo el Convenio UPOV de 1991 (ver Sección 6.4).

Todos los países europeos han implementado o redactado anteproyectos de legislación nacional sobre los derechos del obtentor o sobre PVP, a excepción de Grecia, Liechtenstein, Luxemburgo, Mónaco y San Marino. Si bien la mayoría de los países de Europa occidental aprobaron dicha legislación antes de 1996, durante la última década se han realizado varios cambios a las reglamentaciones y leyes originales. La participación de la mayoría de los países de Europa oriental es más reciente: más de la mitad de los países que promulgaron leyes lo hicieron durante la última década. En el ámbito de la Unión Europea, el Reglamento del Consejo N.º 2100/94 sobre los derechos de la obtención de variedades de plantas de la Comunidad garantiza la protección de los derechos del obtentor en todo el territorio de los 27 Estados Miembros de la Unión Europea, además de los sistemas nacionales que ya se encuentran implementados.

Veintiuno de los 30 países de la región del Cercano Oriente han aprobado o bien los derechos del obtentor o bien un sistema *sui generis* nacional de PVP,²⁰ la gran mayoría de los cuales durante la última década. Los países de la Comunidad de Estados Independientes (CEI) aprobaron un acuerdo sobre la protección jurídica de variedades de plantas, incluido el proceso de exámenes de 2001 cuyo objetivo consiste en fomentar la cooperación en ese campo.

5.4.3.2 Patentes

Al momento de la elaboración del Primer Informe, recién había comenzado a surgir el tema de patentar variedades o partes de variedades (por ejemplo, genes o caracteres) y procesos biotecnológicos (por ejemplo, la transformación). Desde entonces, esto se ha transformado en objeto de gran debate, en especial como resultado de una mayor observancia del acuerdo ADPIC. Si bien las partes pueden excluir de la patentabilidad a “plantas y animales que no sean microorganismos y procesos esencialmente biológicos para la producción de plantas y animales, distintos de los procesos no biológicos o microbiológicos”, deben garantizar la protección de variedades de plantas ya sea “a través de patentes o de un efectivo sistema *sui generis* o de alguna combinación de ambos”. Parte de la controversia surge del hecho que las patentes por lo general no se reclaman para una única variedad, como en el caso de los derechos del obtentor, sino para toda una clase de variedades o incluso un carácter dentro de una especie. Asimismo, si bien las patentes que se aplican a las variedades de plantas incluyen, por lo general, una exen-

ción de investigación limitada (a diferencia de lo que sucede con los derechos del obtentor y la UPOV), normalmente estas patentes no incluyen ni la exención del obtentor ni el privilegio del agricultor. Sin embargo, hay excepciones, como por ejemplo en Alemania, Francia y Suiza.

En la actualidad, son relativamente pocos los países que permiten que nuevas variedades de cultivos sean protegidas por una patente. Sin embargo, el sistema de patentes se utiliza ampliamente en los Estados Unidos de América, en parte al menos por la preocupación de que la protección que brinda el “privilegio del agricultor” de la UPOV es insuficiente. Australia y Japón también ofrecen formas de protección de nuevas variedades de cultivos por medio de una patente. Por ejemplo, en Japón, el nuevo requisito para obtener la patentabilidad se interpreta de modo que las nuevas variedades que excepcionalmente muestren grandes adelantos pueden ser protegidas por una patente, mientras que las otras únicamente pueden protegerse mediante los derechos del obtentor.

En 1998, la Unión Europea aprobó la Directiva 98/44/CE sobre la protección jurídica de las invenciones biotecnológicas, la cual permite otorgar patentes a una amplia variedad de procesos y materiales biotecnológicos, incluidos aquellos productos que contienen o se componen de información genética, pero que, sin embargo, excluye de la patentabilidad a las variedades de plantas. La Directiva estipula algunas exenciones, en particular la exención del agricultor, la cual permite que los pequeños agricultores utilicen libremente los productos cosechados de variedades de plantas especificadas con el propósito de propagar o multiplicar en su propia explotación agrícola.

Si bien varios países emergentes, como China e India, han modificado recientemente su derecho de patentes a fin de cumplir con los requisitos de los ADPIC y, en particular, para lograr la patentabilidad de los microorganismos, la mayoría de los países en desarrollo, especialmente en África, consideran que los organismos biológicos no pueden ser patentados y que las variedades de plantas deben ser protegidas mediante sistemas *sui generis*. En los países de América Latina no está permitido patentar plantas.

5.4.4 Derechos del agricultor

Si bien el tema de los derechos del agricultor fue objeto de un extenso análisis antes de la publicación del Primer Informe, desde entonces han habido debates intensos, en particular hacia el momento de las negociaciones finales

CAPÍTULO 5

Recuadro 5.2**Protección de variedades de plantas y ley de derechos del agricultor de 2001 de la India**

La ley de 2001 protege los derechos de los agricultores a guardar, utilizar, sembrar, volver a sembrar, intercambiar, compartir y vender sus productos agrícolas, incluidas las semillas, de aquellas variedades protegidas por los derechos del obtentor, siempre que no vendan semillas con marca, envasadas y etiquetadas como variedad de semilla protegida en virtud de la ley. La ley estipula el registro de las variedades de los agricultores equivalentes a las variedades de los obtentores. Las variedades de los agricultores deben cumplir con los mismos criterios de individualidad, uniformidad y estabilidad, pero no tienen la obligación de cumplir con el requisito de novedad. También protege los derechos de los agricultores y exige a los obtentores y a otras personas que soliciten el registro de variedades en virtud de la ley que declaren que el material genético conseguido para el desarrollo de la nueva variedad ha sido adquirido legítimamente, así también se les exige que divulguen cualquier utilización de material genético conservado por familias tribales o rurales para el desarrollo de la variedad registrada. Se pueden presentar solicitudes de indemnización en caso de que se descubra que comunidades tribales o rurales han aportado el material utilizado en el desarrollo de la variedad. La ley estipula que se puede reclamar una participación en los beneficios después de la publicación de los certificados de registros de las nuevas variedades. Si bien la participación en los beneficios la ordena la autoridad gubernamental responsable, el dinero debe pagarse al Fondo Nacional de Genes. Aquellos agricultores que conservan o mejoran las variedades nativas, o bien las variedades silvestres de plantas económicas, son elegibles para recibir un premio del Fondo de Genes.

del TIRFAA (ver Capítulo 7). La importancia de los agricultores como guardianes y promotores de la diversidad genética para la alimentación y la agricultura se reconoció en el TIRFAA mediante las disposiciones del Artículo 9 sobre los derechos del agricultor. El Artículo reconoce que los gobiernos nacionales tienen la responsabilidad de implementar los derechos del agricultor, ya que están relacionados con los RFAA. Se considera que estos derechos incluyen: la protección del conocimiento tradicional aplicable a los RFAA; el derecho de los agricultores a recibir un porcentaje equitativo de los beneficios que resulten de la utilización de los RFAA; el derecho de los agricultores a participar en la toma de decisiones en el ámbito nacional sobre cuestiones relacionadas con la conservación y la utilización sostenible de los RFAA; y el derecho de los agricultores a guardar, utilizar, intercambiar y vender las semillas y el material de propagación conservados en la explotación, sujeto a la ley nacional. Si bien todas las partes contratantes del TIRFAA están jurídicamente vinculadas a este, tienen la libertad de determinar la manera en que implementarán las disposiciones sobre los derechos del agricultor en el ámbito nacional.

La situación de la implementación nacional de los derechos del agricultor constituye el tema central de un estudio reciente elaborado por el *Fridtjof Nansen Institute*

de Noruega.²¹ El estudio describe ejemplos de proyectos o actividades que han tenido como resultado importantes logros en cada una de las áreas que se mencionan en el párrafo anterior. Algunos de estos incluyen una legislación nacional, mientras que otros se centran más en iniciativas de la sociedad civil. Algunos ejemplos de estas iniciativas son el movimiento para oponerse a un aumento del alcance de los derechos del obtentor en Noruega y la creación de un registro de variedades de arroz que se mantiene en el ámbito comunitario de Filipinas, como forma de proteger el conocimiento tradicional y las variedades de los agricultores de la apropiación indebida.

A pesar de que los derechos del agricultor no abordan la protección de la propiedad intelectual *per se*, a menudo son considerados la contraparte de esta, y los países que han promulgado leyes que promueven los derechos del agricultor, por lo general, lo han hecho dentro de su legislación sobre la PVP. Al menos diez países informaron que han aprobado reglamentaciones que abarcan uno o más aspectos de los derechos del agricultor, mientras que muchos otros se encuentran actualmente redactando los anteproyectos de la legislación para esta área. Muchos otros países no consideran necesaria la promulgación de una legislación específica sobre los derechos del agricultor, pero cumplen con las obligaciones asumidas en virtud del TIRFAA mediante el

uso de los mecanismos existentes, como los derechos del obtentor o sistemas nacionales de decisiones participativas.

Incluso antes de que en el TIRFAA se aprobase formalmente el concepto de los derechos del agricultor, varios países, incluidos Bangladesh, India y Tailandia, ya habían implementado una legislación que protegía los derechos del agricultor en lo que se refiere al derecho a guardar, utilizar, intercambiar y vender semillas conservadas en la explotación, así como a participar en las tomas de decisiones. En el caso de India, se creó un “fondo de genes” financiado por todos los usuarios, incluidos los agricultores, con el propósito de apoyar a aquellos agricultores que mantienen recursos genéticos (ver Recuadro 5.2).

En África, Etiopía, Ghana, Malawi y Namibia se encuentran actualmente elaborando reglamentaciones específicas sobre los derechos del agricultor, mientras que Etiopía ya ha implementado algunos aspectos de los derechos del agricultor en su Acceso a los recursos genéticos y al conocimiento de la comunidad, así como en su Proclamación de Derechos de la Comunidad N.º 482/2006.

En el continente americano, Costa Rica ha abordado el tema de los derechos del agricultor creando una Junta de Pequeños Agricultores en 1998 como miembro de la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad, cuya función consiste en formular políticas nacionales sobre la conservación y la utilización sostenible de la biodiversidad. Otros países han abordado algunos aspectos de los derechos del agricultor, como Brasil en su ley de PVP y su ley sobre semillas, Cuba y Paraguay.

En Asia y el Pacífico, además de Bangladesh, India y Tailandia, Filipinas y Nepal se encuentran actualmente redactando proyectos de ley sobre los derechos del agricultor. En Malasia, la Ley de Protección de Obtenciones Vegetales de 2004 busca agregar una mayor flexibilidad a los requisitos para el registro de las variedades de los agricultores. Si bien reitera los criterios normales para las variedades mejoradas profesionalmente, es decir, que deben ser nuevas, definidas, uniformes y estables, la ley exige de los requisitos de estabilidad y uniformidad a aquellas variedades mejoradas o descubiertas y desarrolladas por agricultores, comunidades locales y pueblos indígenas. Esto quiere decir que las variedades de los agricultores únicamente deben ser definidas e identificables. La ley también permite otros actos que se llevan a cabo en el ámbito privado y sobre una base no comercial, lo cual permite a los pequeños agricultores continuar con sus prácticas habituales de utilización

e intercambio de semillas conservadas en la explotación.

En el Cercano Oriente, ningún país ha promulgado todavía una legislación específica sobre los derechos del agricultor,²² aunque Irán y Turquía se encuentran actualmente elaborando leyes específicas en esta área. Sin embargo, Irán ya ha implementado algunos aspectos de los derechos del agricultor dentro de una legislación más amplia. Pakistán ha redactado el anteproyecto de una legislación para obtener acceso a los recursos biológicos y a los derechos de la comunidad que aborda algunos aspectos de los derechos del agricultor.

En la mayoría de los países industrializados, donde las organizaciones de agricultores tienden a estar bien conectadas con los procesos normativos, el tema de los derechos del agricultor no ha adquirido tanta importancia, mientras que el debate sobre el uso de semillas conservadas en la explotación, por lo general, está comprendida en el marco de los DPI y la legislación sobre semillas. En Europa, si bien únicamente Italia ha aprobado reglamentaciones específicas sobre los derechos del agricultor, muchos otros países (por ejemplo Austria y Estonia) consideran que han abordado adecuadamente, o se encuentran en el proceso de abordar, los derechos del agricultor en el marco de otra legislación y otras reglamentaciones, según corresponda. Sin embargo, muchos países de la región se encuentran actualmente evaluando la mejor manera de respaldar la implementación de los derechos del agricultor en los países en desarrollo.

5.4.5 Bioseguridad

La bioseguridad se ha definido como “las medidas destinadas a evitar los riesgos para la salud y la seguridad humana y para la conservación del medio ambiente derivados del uso de organismos infecciosos o genéticamente modificados (OMG) en investigación y en las prácticas comerciales”.²³ Las preocupaciones por la bioseguridad han aumentado sustancialmente durante la última década, lo cual se produjo en forma simultánea a una expansión del uso de OMG y el impacto de agentes infecciosos. Entre los factores que han contribuido al aumento de estas preocupaciones se incluyen los brotes de enfermedades transfronterizas que afectan a personas, animales y plantas; una mayor conciencia sobre el potencial impacto de los OMG en la diversidad biológica; una creciente preocupación por cuestiones de inocuidad de los alimentos en general; y una mayor atención al impacto de la agricultura en la sostenibilidad medioambiental.

CAPÍTULO 5

Desde la publicación del Primer Informe, la bioseguridad ha surgido como una cuestión importante y, en la actualidad, muchos países de todas las regiones han aprobado marcos o normas de bioseguridad, o bien se encuentran elaborándolos. En el ámbito internacional, la aprobación en el año 2000 del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del CDB²⁴ marcó un hito en la cooperación relacionada con la transferencia, manipulación y utilización seguras de los OMG. El Protocolo de Cartagena entró en vigencia en el año 2001 y, hasta febrero de 2010 había sido ratificado por 157 países. Hoy en día, proporciona el marco jurídico internacional que sustenta la elaboración actual de normas nacionales de bioseguridad en muchos países. A pesar de las preocupaciones sobre la capacidad que tienen algunos países en desarrollo de implementar plenamente dichas normas, es probable que, en un futuro cercano, estas resulten en una mayor aprobación de las variedades modificadas genéticamente.

Durante la última década, muchos países han aprobado marcos de bioseguridad y normas nacionales que tienen como objetivo reducir los riesgos para el medio ambiente y la salud humana. En Estados Unidos de América, se ha adoptado un enfoque incremental con respecto a las normas de biotecnología, el cual se basa en la reglamentación de las características de un producto y no en el supuesto de que los productos de biotecnología automáticamente necesitan normas especiales. En Europa, la aplicación del “principio de cautela” puede impedir la utilización de OMG hasta que se presenten pruebas de que el organismo transgénico es seguro. Esto ha limitado la cantidad de aprobaciones que se han otorgado para la utilización comercial de OMG, y son aún menos las aprobaciones otorgadas para su liberación intencional en el medio ambiente. En el ámbito de la Unión Europea, en el año 2001 se aprobó la Directiva 2001/18/CE sobre la liberación de OMG. A nivel nacional, los 27 Estados Miembros de la Unión Europea han promulgado leyes relacionadas con la bioseguridad o la biotecnología, lo que también realizaron ocho²⁵ de los países que no pertenecen a la Unión Europea. En la actualidad, Albania, Armenia, Bosnia y Herzegovina, Croacia y Georgia están redactando los anteproyectos de la legislación sobre bioseguridad.

La elaboración y la aprobación de normas y marcos de bioseguridad en los países en desarrollo están aumentando rápidamente, respaldadas en muchos casos por donantes extranjeros o agencias intergubernamentales regionales. Varios

países africanos²⁶ han adoptado medidas formales de bioseguridad, mientras que otros 33 países africanos²⁷ están en proceso de elaborar o aprobar dichas normas. En el continente americano, todos los países de América del Sur y América Central han aprobado algún tipo de norma o directriz sobre bioseguridad, a excepción de Ecuador y Nicaragua, que se encuentran actualmente redactando los anteproyectos de estas normas. De las naciones del Caribe, únicamente Belice y Cuba han promulgado leyes de bioseguridad, aunque hay otros 12 países²⁸ que están formulando la legislación.

En Asia y el Pacífico, la legislación o las directrices sobre bioseguridad se han implementado en once países,²⁹ mientras que en otros quince³⁰ se están elaborando los anteproyectos de las normas. En el Cercano Oriente, Chipre, Egipto, Israel, Kazajstán, Malta, Pakistán, Siria y Tayikistán han aprobado una legislación sobre bioseguridad, la cual se está elaborando en otros doce países.³¹

5.5 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el *Estado mundial*

A pesar de que los cambios han sido desuniformes, en general se han logrado adelantos desde la publicación del Primer Informe en cuanto al fortalecimiento de los programas nacionales, el desarrollo de las posibilidades de capacitación y, en particular, la aprobación de políticas, leyes y reglamentaciones nacionales que se aplican a la conservación y la utilización de los RFAA. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, aún queda mucho por hacer en cada una de las siguientes áreas.

- Aunque el Primer Informe clasificó los programas nacionales en tres categorías, desde entonces ha quedado claro que dicha tipología es demasiado simplista y que existe una enorme heterogeneidad entre los programas nacionales en cuanto a sus objetivos, funciones, organización y estructura.
- Ha habido un considerable adelanto en lo que respecta a la implementación de programas nacionales, lo cual es, al menos en parte, el resultado de la aprobación del TIRFAA y el PAM. De los 113 países que aportaron información para el Primer y el Segundo Informe, el 54 por ciento contaba con un programa nacional en 1996, mientras que el 71 por ciento tiene uno en la actualidad.
- Incluso en aquellos países que cuentan con progra-

mas nacionales activos y bien coordinados, a menudo faltan determinados elementos. Por ejemplo, las bases de datos nacionales de acceso público aún son relativamente poco frecuentes, al igual que los sistemas coordinados para la duplicación de seguridad y la sensibilización participativa de la opinión pública.

- Muchos informes de países han mencionado que los nuevos NISM para la implementación del PAM constituyen una valiosa herramienta para establecer y mejorar los programas nacionales.
- Aunque varios países, especialmente en Europa, han informado que la financiación general ha aumentado desde 1996, muchos de los informes de países indicaron que la financiación que recibe su programa nacional es inadecuada y poco confiable, lo cual dificulta una planificación a largo plazo.
- Si bien en la mayoría de los países, las instituciones del gobierno nacional son las principales entidades involucradas en los programas nacionales, se ha registrado una mayor participación de otras partes interesadas, en especial compañías privadas con fines de lucro, ONG, organizaciones de agricultores e instituciones educativas.
- Las asociaciones públicas y privadas dedicadas a la investigación y al desarrollo parecen haber adquirido una mayor importancia, especialmente en el área de fitomejoramiento y biotecnología, no solo en los países desarrollados, sino también en varios países en desarrollo.
- Las universidades participan cada vez más en la investigación de los RFAA, especialmente en lo que se refiere a la aplicación de biotecnología a la conservación y al mejoramiento de los cultivos.
- En muchos países han surgido nuevas oportunidades de educación y capacitación, y en la actualidad más universidades ofrecen cursos de maestría en ciencias y de doctorado. La colaboración en cuanto a capacitación entre los programas nacionales y las organizaciones regionales e internacionales se ha fortalecido y se han elaborado nuevos materiales de capacitación.
- Desde la publicación del Primer Informe, la mayoría de los países han promulgado una nueva legislación fitosanitaria nacional, o bien han revisado la legislación antigua. Esto se debe en gran parte a la aprobación del texto revisado del CIPF en 1997.
- Durante la última década, se produjeron tres tendencias principales en cuanto a la política y la legislación sobre semillas: el surgimiento de acuerdos vo-

luntarios en relación con la certificación de semillas, la aprobación y entrega de variedades; un mayor uso de los principios de acreditación en materia de las reglas y normas oficiales nacionales; y la armonización regional de las leyes sobre semillas.

- La mayoría de los países en desarrollo y de Europa oriental que actualmente brindan protección legal a las obtenciones vegetales lo han hecho durante la última década. Otros países se encuentran actualmente redactando los anteproyectos de la legislación.
- La importancia de los agricultores como guardianes y promotores de la diversidad genética se reconoció en el TIRFAA mediante las disposiciones del Artículo 9 sobre los derechos del agricultor. Algunos países han aprobado reglamentaciones que abarcan uno o más aspectos de los derechos del agricultor.
- Desde la publicación del Primer Informe, la bioseguridad ha surgido como una cuestión que reviste importancia y, en la actualidad, muchos países han aprobado marcos o normas de bioseguridad, o bien se encuentran elaborándolos. Hasta febrero de 2010, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología había sido ratificado por 157 países y por la Unión Europea.

5.6 Deficiencias y necesidades

Entre las deficiencias y necesidades clave para el futuro se encuentran los siguientes.

- Ya sea que un programa sobre RFAA sea centralizado, sectorial o incluso regional, es fundamental que cuente con una efectiva coordinación y colaboración entre sus elementos, incluidos ministerios, instituciones estatales, universidades, compañías privadas, ONG y agrupaciones de agricultores, entre otros.
- Los vínculos entre las instituciones que se ocupan principalmente de la conservación de los RFAA y aquellas que se ocupan principalmente de su utilización se encuentran debilitados o incluso ausentes en muchos países y deben ser fortalecidos.
- Varios países carecen de estrategias y planes avalados por el país para la conservación y la utilización de los RFAA. Estos son importantes para el establecimiento de prioridades, la distribución de funciones y responsabilidades, y la asignación de recursos.

CAPÍTULO 5

- Casi la mitad de los informes de países indicaron que no cuentan con ningún NISM para los RFAA y, por lo tanto, carecen de una herramienta eficaz para promover la colaboración tanto interna como internacional.
- Se debe realizar una evaluación de la necesidad y la capacidad de los recursos humanos en los diversos aspectos de la conservación y la utilización de los RFAA, la cual se debe utilizar como base para elaborar estrategias de capacitación y educación nacionales y, en última instancia, regionales y mundiales.
- A pesar de que las oportunidades de capacitación y educación han aumentado durante la última década, en términos generales aún son inadecuadas. Se necesitan más oportunidades tanto para capacitar a los investigadores jóvenes y a los trabajadores del desarrollo como para perfeccionar los conocimientos y la capacidad técnica del personal actual.
- En muchos países se necesitan iniciativas especiales para capacitar a los directivos superiores y a los encargados de formular las políticas sobre las complejas cuestiones relacionadas con las políticas y las leyes en relación con la conservación, el intercambio y la utilización de los RFAA.
- Se necesita realizar un mayor esfuerzo por incluir el concepto de biología de la conservación, en especial con respecto a la agrobiodiversidad, en los programas de estudios de ciencias biológicas de todos los niveles.
- Las iniciativas para aumentar los recursos que respaldan el trabajo con los RFAA necesitan enfoques nuevos e innovadores, una mejor coordinación para recaudar fondos entre las diversas instituciones y los distintos sectores, y un mayor esfuerzo para incrementar la sensibilización entre los encargados de formular las políticas, los donantes y el sector privado con respecto al valor real y potencial de los RFAA.
- En muchos países, se necesita prestar más atención a la elaboración de leyes y políticas nacionales que sean complementarias, adecuadas y no generen conflictos, relativas a la conservación, el intercambio y la utilización de RFAA, incluidas áreas como las regulaciones fitosanitarias, la protección de la propiedad intelectual, los derechos del agricultor y la bioseguridad; todo esto, en consideración de las necesidades y las inquietudes de todas las partes interesadas.

Bibliografía

- ¹ Comprenden 104 países que presentaron informes como contribución para la elaboración del Segundo Informe y ocho países que brindaron información durante la consulta regional realizada en 2008 en el Cercano Oriente y África del norte.
- ² Las consultas regionales realizadas en el Cercano Oriente y África del norte, así como en América Latina y el Caribe, brindaron información sobre aquellos países que no presentaron informes, la cual se recopila mediante un breve cuestionario o por medio de un NISM.
- ³ Disponible en <http://www.pgrfa.org/>.
- ⁴ Informes de países: Australia, Brasil, China, Estados Unidos de América, Filipinas, India y Tailandia.
- ⁵ Informes de países: Alemania, Chipre, Etiopía, Jamaica, Jordania, República Dominicana, Tanzania y Tailandia.
- ⁶ **Jarvis, D.I., et al.** 2000. *Guía para la conservación de cultivos in situ*. Versión 1. IPGRI. Roma.
- ⁷ **CIP-UPWARD.** 2003. *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola: Libro de consulta*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima. Oficina regional para el este y sudeste de Asia y el Pacífico (ESEAP), Bogor, Indonesia.
- ⁸ **Smale, M.** 2006. *Valuing crop biodiversity: on-farm genetic resources and economic change*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IIPA), Washington DC e IPGRI. Roma.
- ⁹ Informes de países: India, Nepal y Uganda.
- ¹⁰ Disponible en <https://www.ipcc.int/IPP/En/default.jsp>.
- ¹¹ Por ejemplo, Directiva del Consejo 2002/57/CE del 13 de junio de 2002 sobre la comercialización de semillas de plantas oleaginosas y fibrosas; Directiva del Consejo 66/402/CEE del 14 de junio de 1966 sobre la comercialización de semillas de cereales; Directiva del Consejo 66/401/CEE del 14 de junio de 1966 sobre la comercialización de semillas de plantas forrajeras.
- ¹² Directiva de la Comisión 2008/62/CE del 20 de junio de 2008 sobre las variedades de conservación.
- ¹³ Tanzania, Swazilandia, Zambia y Zimbabwe. Información disponible en los informes de países y en <http://www.wipo.int/clea/en/>.
- ¹⁴ Etiopía, Ghana, Malawi, Mauricio, Namibia y Uganda. Información disponible en los informes de países y en http://www.upov.int/export/sites/upov/en/documents/c38/c_38_13.pdf.

- ¹⁵ Benin, Burkina Faso, Camerún, Chad, Congo, Côte d'Ivoire, Gabón, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Malí, Mauritania, Níger, República Centroafricana, Senegal y Togo. Disponible en <http://www.oapi.wipo.net/en/OAPI/historique.htm>
- ¹⁶ Australia, China, Japón, Malasia, Nueva Zelandia, República de Corea y Viet Nam. Información disponible en los informes de países y en <http://www.upov.int/en/publications/nplaws/index.html>.
- ¹⁷ Bangladesh, Bhután, Filipinas, India, Indonesia, Singapur, Sri Lanka y Tailandia. Información disponible en los informes de países y en <http://www.wipo.int/clea/en/>.
- ¹⁸ Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago y Uruguay. Información disponible en los informes de países y en <http://www.upov.int/en/publications/nplaws/index.html>.
- ¹⁹ Barbados, Belice, Cuba, Dominica, El Salvador y Venezuela (República Bolivariana de). Información disponible en los informes de países y en <http://www.wipo.int/clea/en/>.
- ²⁰ Arabia Saudita, Argelia, Azerbaiyán, Bahrein, Chipre, Egipto, Irán, Iraq, Israel, Jordania, Kazajistán, Kirguistán, Malta, Marruecos, Omán, Pakistán, Tayikistán, Túnez, Turquía, Uzbekistán y Yemen, tal como se informó en el Análisis Regional del Cercano Oriente y de África del Norte sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, 2008. La información también se encuentra disponible en los informes de países y en <http://www.upov.int/en/publications/nplaws/index.html> y <http://www.wipo.int/clea/en/>.
- ²¹ **Andersen, R. y Tone, W.**, 2008. *The Farmers' Rights Project – Background Study 7: Success Stories from the Realization of Farmers' Rights Related to Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Informe del FNI 4/2008. Pág 72. Disponible en <http://www.fni.no/doc&pdf/FNI-R0408.pdf>.
- ²² Análisis Regional del Cercano Oriente y de África del Norte sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, 2008.
- ²³ Glosario de biotecnología para la agricultura y la alimentación de la FAO. Disponible en http://www.fao.org/BIOTECH/index_glossary.asp.
- ²⁴ Disponible en <http://www.cbd.int/biosafety/>.
- ²⁵ Belarús, Federación de Rusia, La ex República de Macedonia, Noruega, Moldova, Serbia, Suiza y Ucrania. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ²⁶ Benin, Burkina Faso, Camerún, Kenya, Malawi, Mauricio, Namibia, Tanzania, Sudáfrica, Uganda, Zambia y Zimbabwe. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ²⁷ Botswana, Burundi, Cabo Verde, Chad, Comoras, Côte d'Ivoire, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malí, Mozambique, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Sudán, Swazilandia y Togo. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ²⁸ Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica, Granada, Guyana, Jamaica, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas y Suriname. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ²⁹ Australia, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón, Malasia, Nepal, Nueva Zelandia, República de Corea y Viet Nam. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ³⁰ Bangladesh, Bhután, Camboya, Islas Cook, Mongolia, Myanmar, Niue, Palau, Papua Nueva Guinea, República Popular Democrática de Corea, Samoa, Sri Lanka, Tailandia, Tonga y Vanuatu. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.
- ³¹ Argelia, Irán, Libia, Jordania, Kirguistán, Libano, Marruecos, Omán, Qatar, Túnez, Turquía y Yemen. Información disponible en los informes de países y en <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm> y <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>.



Capítulo 6

El estado de la
colaboración regional
e internacional

6.1 Introducción

En el capítulo anterior de este informe, se describió el estado actual de los programas y tendencias que se han registrado a nivel nacional desde la publicación del Primer Informe sobre el *Estado Mundial*. En este capítulo, se describen y analizan los hechos que se han producido a nivel internacional.

En líneas generales, se ha observado un aumento drástico en las actividades internacionales desde 1996 en todos los campos relacionados con el uso y la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA). Se han organizado numerosos programas y redes de cultivos nuevos a nivel regional en respuesta, al menos en parte, a las prioridades de acción convenidas en el Plan de Acción Mundial (PAM). El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) han servido para poner de relieve la necesidad de una mayor colaboración internacional. Muchos de los programas desarrollados para promover los diversos aspectos de la Convención o el Tratado incluyen la colaboración entre varios socios. Por ejemplo, la creación de un sistema multilateral (MLS) de acceso y distribución de beneficios (ABS), avalado por el TIRFAA, ha fortalecido considerablemente la sensibilización acerca de las necesidades y oportunidades en esta área y, si bien aún no es posible evaluar su repercusión en términos cuantitativos, hay señales que indican que la cooperación se está expandiendo en el ámbito del intercambio de germoplasma.

La Sección 1.4 describe la magnitud de la interdependencia entre todas las naciones con respecto a los RFAA. Tal interdependencia, que surge a raíz de la diseminación de cultivos en todo el mundo desde sus centros de origen, hace que la cooperación internacional sea un elemento no solo deseable sino esencial si se pretende aprovechar plenamente el valor de los RFAA. La sensibilización acerca de la importancia de los RFAA y el grado de interdependencia ha aumentado entre los responsables de las políticas y el público en general durante los últimos años como consecuencia, al menos en parte, de la implementación de iniciativas de gran notoriedad, como el establecimiento y la apertura del Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV).

Dada la gran cantidad de redes, programas e instituciones regionales e internacionales y otras iniciativas de cooperación relativas a los RFAA que actualmente están en

vigencia, no es posible mencionar a cada una de ellas, el propósito de este capítulo no es proporcionar una cobertura exhaustiva. De hecho, debido a la gran diversidad de tipos de acuerdos de colaboración, resulta aún más difícil realizar una clasificación siguiendo una tipología coherente y útil. Así es que este capítulo presenta los hechos más importantes que han tenido lugar desde la publicación del Primer Informe, con respecto a las asociaciones y redes de cultivos múltiples, redes por cultivos, redes temáticas, organizaciones y programas regionales e internacionales, programas bilaterales, acuerdos internacionales y regionales, y mecanismos de financiación. Si bien a lo largo del capítulo se ha intentado evaluar la magnitud del progreso logrado desde 1996, esta tarea se ha visto dificultada por el hecho de que la información disponible en el Primer Informe es de naturaleza cualitativa, y no ha sido posible obtener datos cuantitativos sobre el estado actual de la cooperación regional e internacional ni de las tendencias registradas durante los últimos años. El capítulo concluye con un resumen de los cambios más importantes que se han registrado desde 1996, e incluye una lista de deficiencias actuales y necesidades a futuro.

6.2 Redes de RFAA

Actualmente, una gran cantidad de redes abordan uno o más aspectos relacionados con los RFAA. Muchas de ellas han surgido desde la publicación del Primer Informe. Si bien todas apuntan a promover y apoyar la colaboración entre socios para lograr un propósito común, existe una gran diversidad en términos de objetivos, tamaño, especialización, cobertura geográfica, características de afiliación, estructura, organización, gobernanza, financiación, etc. Solo a título de referencia, el término "red" se utilizará para describir este tipo de acuerdos de colaboración, independientemente de si se los denomina formalmente una red, o de si han adoptado otra figura, como asociación, alianza, cooperativa, consorcio o coalición.

Las redes son muy importantes para fomentar la cooperación, el uso compartido de conocimientos, información e ideas, y el intercambio de germoplasma, y para realizar investigaciones conjuntas u otras actividades de este tipo. Impulsan el uso compartido de conocimientos especializados y permiten compensar o prestar apoyo cuando determinados participantes de la red carecen de

CAPÍTULO 6

la masa crítica de conocimientos necesaria para llevar a cabo alguna actividad en particular. Posibilitan la sinergia cuando cada uno de los socios posee habilidades y capacidades diferentes y complementarias. La colaboración también es fundamental para obtener los máximos beneficios en virtud de los instrumentos legales y normativos vigentes, como el CDB, el PAM y el TIRFAA, y para cumplir con las obligaciones que ellos imponen.

Las redes relativas al campo de los RFAA, por lo general, se dividen en tres grandes categorías.

- a) Aquellas que se centran en la conservación, que a menudo son de naturaleza regional y se orientan a múltiples cultivos.
- b) Aquellas que se centran en un cultivo tomado de un grupo específico y limitado de cultivos, que pueden tener un alcance tanto regional como mundial. El objetivo principal de muchas de estas redes es facilitar el mejoramiento de los cultivos.
- c) Aquellas dedicadas a abordar un área o tema en particular relacionados con los RFAA que repercute en los cultivos, como los sistemas de semillas, la genómica, la taxonomía o la conservación *in situ*.

En líneas generales, se ha logrado un avance satisfactorio desde la publicación del Primer Informe en los tres grupos de redes. Las siguientes secciones no tienen por objetivo proporcionar una cobertura integral ni una descripción exhaustiva de todas las redes pertinentes, sino que pretenden hacer una breve reseña de los cambios más significativos que se han registrado desde 1996.

6.2.1 Redes regionales de RFAA de cultivos múltiples

Desde 1996, la cantidad de redes regionales y subregionales de RFAA ha aumentado. Por esta razón, actualmente, todos los países del mundo están en condiciones de unirse a una o más redes. En ellas se reúnen responsables de programas nacionales de recursos genéticos, encargados de bancos de genes y otros funcionarios relacionados con el ámbito de la conservación. Además, en muchos casos, también participan diversos usuarios de RFAA, como fitomejoradores, ONG y el sector privado. Con frecuencia, estas redes están vinculadas con los foros regionales que, a su vez, son participantes clave en el Foro Global de Investigación Agropecuaria (FGIA), que se describirá más adelante. En el Cuadro 6.1 se enumeran

las principales redes de RFAA que se encuadran dentro de esta categoría. Para cada región, se describen algunos de los principales acontecimientos ocurridos en los últimos años en estas y otras redes regionales de cultivos múltiples. En líneas generales, las redes han manifestado una tendencia a ser más activas en las áreas de capacitación y documentación, y han asumido una función de liderazgo en el desarrollo de estrategias regionales de conservación de RFAA, a raíz de una iniciativa del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT).

África

La creación de redes relacionadas con los RFAA ha aumentado considerablemente en África desde la publicación del Primer Informe. El Foro de investigación agrícola en África (FARA)¹ se creó en 2002 como una organización general que agrupa y respalda las tres asociaciones subregionales africanas relacionadas con la investigación agrícola para el desarrollo: la *Association for Strengthening Agricultural Research in Eastern and Central Africa* (ASARECA), el *West and Central African Council for Agricultural Research and Development* (CORAF/WECARD) y SADC, *Food, Agriculture and Natural Resources Directorate* (FANR) de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC). Estas tres entidades proporcionan un marco general para las tres principales redes de RFAA en África subsahariana:

- la Red sobre Recursos Fitogenéticos del África Oriental (EAPGREN),² la *Genetic Resources Network for West and Central Africa* (GRENEWCA) y la *Plant Genetic Resources Network* (PGRN) de la SADC. EAPGREN: la EAPGREN, auspiciada por ASARECA, inició sus operaciones en 2003 con diez países afiliados.³ El Banco Nórdico de Genes (NGB) y *Bioversity International* proporcionan respaldo técnico. Ha emprendido una amplia gama de actividades en África oriental, que incluyen intercambio de información, capacitación, iniciativas de sensibilización y promoción de políticas. En la actualidad, se está creando un centro de información y documentación, y se está promoviendo una mayor colaboración entre bancos de genes, agricultores y otros usuarios finales. Se ha desarrollado una estrategia regional para los recursos fitogenéticos (PGR) bajo la iniciativa del GCDT y se han identificado colecciones *ex situ* clave que requieren una urgente

regeneración, tal como se menciona en los informes de países de Etiopía, Kenya y Uganda.

- GRENEWECA: esta red se estableció en 1998 bajo los auspicios del CORAF/WE CARD.⁴ Se han realizado diversas reuniones, por ejemplo, en Ibadán, Nigeria, en 2004 y en Uagadugú, Burkina Faso, en 2006, para analizar estrategias regionales. El apoyo financiero proviene de *Bioversity International* y el GCDT principalmente, pero en líneas generales, la GRENEWECA no ha recibido el mismo nivel de apoyo financiero externo que el resto de las redes regionales de RFAA africanas. Se ha propuesto establecer cuatro centros nodales de excelencia como una manera de fortalecer las actividades relacionadas con los PGR a nivel subregional.
- SADC-PGRN:⁵ si bien se estableció en 1989, la SADC-PGRN ha continuado creciendo desde la publicación del Primer Informe. Los países que la componen ya suman 14, y el Centro de Recursos Fitogenéticos de la SADC (SADC SPGRC), que ahora es responsabilidad de la SADC-FANR, se encarga de la coordinación. Entre las principales actividades que se han llevado a cabo durante la última década se pueden mencionar el desarrollo adicional de la colección base central, la capacitación técnica en países miembros y el desarrollo de un sistema de documentación e información sobre las muestras *ex situ* de los países miembros. Además, se han establecido numerosos grupos de trabajo y se ha publicado una estrategia regional de conservación de RFAA, desarrollada bajo la iniciativa del GCDT.

América

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) ha establecido un sistema de redes subregionales para promover la colaboración en las iniciativas de investigación agrícola y desarrollo tecnológico para todo el continente americano. Actualmente, las redes son las siguientes: Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina (PROCIANDINO) (Andes), Programa para la Cooperación de Institutos de Ciencia Agrícola y Tecnología en el Caribe (PRO-CICARIBE) (Caribe), Programa Cooperativo en Investigación y Tecnología para la Región Norte (PROCINORTE) (América del Norte), Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur (PROCISUR), Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología

para los Trópicos Suramericanos (PROCITROPICOS) y el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA). Estos programas proporcionan un marco general para las seis redes subregionales relacionadas con los RFAA descritas a continuación y mencionadas en el Cuadro 6.1: Red Andina de Recursos Fitogenéticos (REDARFIT), Red Caribeña (CAPGERNet), Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos (NORGEN), Red de Recursos Genéticos del Cono Sur (REGENSUR), Red Amazónica de Recursos Fitogenéticos (TROPIGEN) y Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI), respectivamente. Si bien muchas de estas redes de RFAA se establecieron antes de la publicación del Primer Informe, en los últimos años no se han logrado avances de importancia debido a las limitaciones de recursos, tal como lo señala Costa Rica en su informe. Sin embargo, en 1998 se crearon nuevas redes para el Caribe (CAPGERNET) y, en 1999, para América del Norte (NORGEN). Un logro importante a nivel regional ha sido la creación del Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO):⁶ FORAGRO, que se creó en 1997, cuenta con una secretaría situada en el IICA en Costa Rica. Sus servicios están destinados a todos los países del continente americano, y tiene por objetivo promover el diálogo y la cooperación en el ámbito de la investigación agrícola. Entre sus miembros se pueden mencionar los PROCI, los representantes de los Sistemas Nacionales de Investigaciones Agronómicas (SNIA), las ONG y el sector privado, entre otros. Los RFAA constituyen un área temática importante del FORAGRO, que desempeñó una función de liderazgo en el desarrollo de la estrategia de conservación de RFAA para el continente americano, bajo la iniciativa del GCDT.

- Red Caribeña (CAPGERNet): creada en 1998, la CAPGERNET está compuesta por 28 países caribeños y recibe apoyo técnico del Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícolas del Caribe (CARDI), el IICA, el Centro Técnico de Cooperación Agrícola y Rural (CTA) y *Bioversity International*. Las actividades incluyen la creación de capacidad, la preparación de inventarios de RFAA, el desarrollo de un sistema de información y el intercambio de germoplasma. En mayo de 2007, se organizó un taller en Trinidad y Tobago como aporte a la estrategia regional de conservación de RFAA. También está coordinando la regeneración de colecciones de frijoles en Cuba, de yuca en Guyana, de ñames en Guadalupe y de boniato en Trinidad y Tobago.
- Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos (NOR-

CAPÍTULO 6

GEN): bajo los auspicios de PROCINORTE, Canadá, México y Estados Unidos de América están trabajando de manera conjunta y por medio de NORGEN, en temas relacionados con el intercambio de información, la capacitación, la recolección de especies silvestres afines a los frijoles en México y la implementación de proyectos de investigación en colaboración con otras redes. NORGEN ha brindado apoyo a varios países en desarrollo para que los científicos y técnicos pudiesen participar en reuniones y cursos de capacitación realizados en América del Norte; la Red Andina de Recursos Fitogenéticos (REDARFIT);⁷ comprende cinco países⁸ y opera bajo los auspicios de PROCIANDINO. Entre las actividades de mayor prominencia realizadas desde la publicación del Primer Informe, se incluyen (i) talleres sobre gestión de RFAA; (ii) cursos de capacitación sobre chirimoya, SIG y caracterización, gestión del riesgo y mejoramiento del germoplasma; (iii) un simposio sobre recursos genéticos en el continente americano; (iv) proyectos de investigación conjunta sobre tomate de árbol, chirimoya, patatas autóctonas y *Lycopersicon* spp.; y (v) un programa sobre regeneración de germoplasma.

- Red de Recursos Genéticos del Cono Sur (REGEN-SUR): esta red, que comprende seis países,⁹ es parte de PROCISUR y tiene como objetivo reforzar el trabajo realizado por los programas nacionales en el Cono Sur. Durante la última década, se han llevado a cabo las siguientes actividades: (i) capacitación sobre mejoramiento del germoplasma, documentación, gestión de bancos de genes, conservación *in situ* y patología de semillas; (ii) organización de un taller para desarrollar la estrategia regional de conservación de RFAA para el continente americano; y (iii) realización de una investigación conjunta sobre maíz, trigo y hortalizas.
- Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI): esta red formada por ocho países¹⁰ de América Central ha estado relativamente inactiva desde 1996. No obstante, las actividades realizadas en los últimos años son las siguientes: (i) capacitación y capacitación técnica en materia de documentación; (ii) proyectos de investigación sobre semillas; (iii) recursos genéticos de *Annonaceae* y *Sapotaceae*; y (iv) conservación y uso de cultivos neotropicales autóctonos y especies afines silvestres.
- Red Amazónica de Recursos Fitogenéticos (TROPIGEN): bajo los auspicios de PROCITROPICOS, esta red cuenta con ocho países miembros.¹¹ Las actividades realizadas

desde 1996 son las siguientes: caracterización de cultivos de frutas y hortalizas subexplotados; evaluación de germoplasma; identificación de deficiencias en las colecciones; priorización de especies para la investigación y la ordenación de los PGR; desarrollo de un marco normativo para el acceso y la distribución de beneficios; intercambio de información y fortalecimiento de los vínculos entre los bancos de genes y los programas de mejoramiento. Su objetivo principal se centra en la capacitación técnica.

Asia y el Pacífico

Casi todas las redes subregionales relacionadas con los RFAA de la región de Asia y el Pacífico tienen sus orígenes en *Bioversity International* o reciben apoyo de este instituto. Además, cuentan con la colaboración de la FAO y de la principal asociación regional para la investigación agrícola: la Asociación de Asia y el Pacífico de Instituciones de Investigación Agraria (APAARI).¹² Esta última, que además se ha mantenido activa por derecho propio para apoyar iniciativas relacionadas con los RFAA, publicó un informe regional sobre actividades relacionadas con los PGR en el año 2000, suministró una plataforma neutral para el análisis de cuestiones normativas y avaló la estrategia regional de conservación de RFAA para Asia, bajo la iniciativa del GCDT.

Si bien la mayoría de las redes subregionales de RFAA se crearon antes de la publicación del Primer Informe, algunas de ellas, en particular el *South Asia Network on Plant Genetic Resources* (SANPGR), han logrado un avance notable durante los últimos años, y se ha establecido una nueva red para el Pacífico.

- *Regional Network for Conservation and Use of Plant Genetic Resources in East Asia* (EA-PGR):¹³ la EA-PGR promueve la colaboración entre sus cinco países miembros¹⁴ en materia de recolección, conservación, intercambio, documentación/información y capacitación. Los mayores logros obtenidos desde la publicación del Primer Informe son los siguientes: (i) la creación del Centro de Excelencia de China-Bioversity en la Academia China de Agronomía (CAAS) para ofrecer capacitación sobre conservación *in vitro*, crioconservación y caracterización molecular; (ii) el desarrollo de una estrategia subregional como parte de una estrategia regional más amplia de conservación en Asia meridional, oriental y sudoriental (SSEEA); (iii) la recolección, caracterización y evaluación conjuntas de mijo en la República Popular Democrática

CUADRO 6.1
Redes regionales de recursos fitogenéticos de cultivos múltiples en todo el mundo

Región	Subregiones incluidas (total o parcialmente)	Título de la red (sigla)	Foro o asociación general de investigación regional	Institución responsable de la coordinación
África	África oriental, Madagascar	Red de recursos fitogenéticos del África Oriental (EAPGREN)	ASARECA	ASARECA
África	África occidental, África central	Genetic Resources Network for West and Central Africa (GRENEWCA)	CORAF/WE CARD	Bioversity International
África	África austral, Madagascar, Mauricio	SADC Plant Genetic Resources Network (SADC-PGRN)	SADC	SPGRC
América	América del Sur	Red Andina de Recursos Fitogenéticos (REDARFIT)	PROCIANDINO	INIA-Peru (2009)
América	América Central	Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI)	SICTA	SICTA
América	Caribe	Red Caribeña (CAPGERNet)	PROCARIBE	CARDI
América	América del Norte	Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos (NORGEN)	PROCI NORTE	IICA
América	América del Sur	Red de Recursos Genéticos del Cono Sur (REGENSUR)	PROCI SUR	INIA-Uruguay (2009)
América	América del Sur	Red Amazónica de Recursos Fitogenéticos (TROI GEN)	PROCI TROPICOS	PROCI TROPICOS
Asia y el Pacífico	Asia oriental	<i>Regional Network for Conservation and Use of Plant Genetic Resources in East Asia (EA-PGR)</i>	APAARI	Bioversity International
Asia y el Pacífico	Pacífico	Red de Recursos Fitogenéticos de la Agricultura del Pacífico (PAP GREN)	SPC	SPC
Asia y el Pacífico	Asia meridional	<i>South Asia Network on Plant Genetic Resources (SAINPGR)</i>	APAARI	Bioversity International
Asia y el Pacífico	Asia sudoriental	Comité Regional de Productos Fitogenéticos para Asia Sudoriental (RECSEA-PGR)-pGr	APAARI	Bioversity International
Europa	Europa	Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR)		Bioversity International
Europa	Región nórdica	Centro Nórdico de Recursos Genéticos (NordGen)	Consejo de Ministros Nórdicos	NordGen
Europa	Europa sudoriental	Red para el Desarrollo de Recursos Fitogenéticos del Sureste Europeo (SeedNet)		Centro sueco de biodiversidad
Cercano Oriente	Asia central y el Cáucaso	Red de Recursos Fitogenéticos para Asia central y el Cáucaso (CACN-PGR)	CACAARI	Bioversity International
Cercano Oriente	Asia occidental y África del Norte	Red de Recursos Fitogenéticos de Asia Occidental y África del Norte (WANANET)*	AARINENA	ICARDA

* Actualmente fuera de funcionamiento. AARINENA está creando una nueva red sobre RFAA.

CAPÍTULO 6

de Corea y Mongolia; (iv) estudios conjuntos sobre la diversidad genética de los frijoles adzuki, lágrimas de Job y perillas en China, Japón y la República de Corea; y (v) el desarrollo de un sitio *web* para la red.

- Red de Recursos Fitogenéticos de la Agricultura del Pacífico (PAGREN):¹⁵ establecida en el año 2001 comprende 13 naciones¹⁶ y su coordinación está a cargo de la División de Recursos de la Tierra de la Comunidad del Pacífico (SPC), Suva, Fiji, en colaboración con *Biodiversity International*. Además de llevar a cabo una serie de reuniones y talleres clave, los mayores logros obtenidos son los siguientes: (i) el desarrollo de un listado de colecciones de PGR; (ii) la redacción de una estrategia regional de conservación; (iii) el asesoramiento sobre cuestiones normativas; (iv) el apoyo a las iniciativas de recolección y caracterización de emergencia; (v) actividades de sensibilización pública; y (vi) el desarrollo de un sitio *web* y un *blog*.
- Comité Regional de Productos Fitogenéticos para Asia Sudoriental (RECSEA-PGR):¹⁷ establecido en 1993, el RECSEA-PGR se mantuvo activo durante el período posterior a la publicación del Primer Informe, aunque en los últimos años las actividades se han visto de alguna manera restringidas debido a la falta de financiación, como se indica en los informes de Malasia y Tailandia. La red, que comprende siete países miembros,¹⁸ tiene por objetivo desarrollar y mejorar la capacidad de investigación a nivel nacional en Asia Sudoriental, mediante la colaboración en áreas tales como la elaboración de políticas, el desarrollo de bases de datos y el intercambio de información y conocimientos. Entre los logros más importantes del RECSEA-PGR se incluyen los aportes a la estrategia regional de conservación en SSEEA bajo la iniciativa del GCDT y la creación de un Foro sobre políticas relativas a los RFAA en conjunto con la APAARI, cuyo objetivo es elaborar un acuerdo normalizado de transferencia de material (ANTM) aplicable a todos los materiales de interés común que no se incluyen en el Anexo 1 del TIRFAA.
- SANPGR:¹⁹ los logros alcanzados durante la última década por esta red que comprende seis países²⁰ incluyen: (i) la capacitación sobre gestión de bancos de genes de semillas, programa GMS para la gestión de bancos de genes y recursos genéticos de las frutas tropicales; (ii) la creación de un Centro Regional de excelencia para ofrecer capacitación sobre conservación *in vitro* y crioconservación en la NBPGR, India; (iii) la promoción de

cursos de posgrado sobre PGR en India y Sri Lanka; (iv) la creación de un sitio *web*; (v) el desarrollo del componente de Asia Meridional en la estrategia regional de conservación de RFAA de SSEEA; y (vi) la evaluación conjunta del mijo africano en Bangladesh, Bhután, India y Nepal. Se han realizado numerosas reuniones y se han publicado las actas correspondientes. En 2002 se formó un Comité directivo para supervisar las actividades de las redes y la implementación de los planes de acción.

Europa

Desde la publicación del Primer Informe, la colaboración entre los programas europeos sobre PGR se ha fortalecido aún más como resultado de un apoyo mayor recibido de la Unión Europea e individualmente de varios países. *Biodiversity International* sigue siendo la sede de las secretarías del ECPGR, la red principal sobre RFAA en Europa, y del Programa Europeo sobre Recursos Genéticos Forestales (EUFORGEN). Además del ECPGR, los países nórdicos cuentan con un programa de colaboración sobre recursos genéticos (NordGen) que incluye un banco de genes común. Además, en 2004 se creó un nuevo programa de establecimiento de redes sobre RFAA en Europa sudoriental.

- ECPGR:²¹ el ECPGR es un programa conjunto formado por aproximadamente cuarenta países europeos,²² cuyo objetivo es facilitar la conservación y utilización de RFAA en Europa y fortalecer los vínculos entre Europa y otros países del mundo. Cuenta con una estructura compuesta por nueve redes (seis redes de cultivos y tres redes temáticas) e implementa actividades por medio de grupos de trabajo y equipos de tareas. El ECPGR colabora con programas regionales, como el Sistema Europeo de Redes Cooperativas de Investigación Agrícola (ES-CORENA). En la actualidad, los miembros del ECPGR se encuentran en medio de un proceso de creación del Sistema Integrado de Bancos de Germoplasma Europeos (AEGIS),²³ un programa destinado a racionalizar colecciones (ver Sección 7.3.3.2), y de desarrollo de EURISCO,²⁴ un catálogo al que se puede acceder desde cualquier parte del mundo lanzado en 2003, que contiene información sobre más de 1,1 millones de muestras.
- NordGen:²⁵ NordGen es una institución que depende del Consejo de Ministros Nórdicos.²⁶ Fue creada en 2008 después de una fusión entre el Banco Nórdico de Genes, el Banco Nórdico de Genes para Animales de Granja y el

Consejo Nórdico sobre Material Forestal Reproductivo.

- Red para el Desarrollo de Recursos Fitogenéticos del Sureste Europeo (SeedNet): esta red, establecida en 2004, opera en países del sureste europeo y tiene por objetivo promover la conservación y utilización de RFAA a largo plazo mediante la creación de programas nacionales e instalaciones de bancos de genes. El núcleo central de la red está formado por una serie de grupos de trabajo por cultivos y temáticos.

Cercano Oriente

La región del Cercano Oriente, que incluye Asia central, el Cáucaso, Asia occidental y África del Norte (WANA), ha observado un avance satisfactorio por un lado y un cierto grado de estancamiento por el otro durante el período posterior a la publicación del Primer Informe. En Asia central y el Cáucaso, la red regional de RFAA, denominada CACN-PGR, ha quedado a cargo de CACAARI,²⁷ establecida en 2004.

- CACN-PGR:²⁸ esta red, establecida en 1999, comprende ocho países²⁹ y cuenta con nueve grupos de trabajo por cultivos. Recibe apoyo conjunto del Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Secas (ICARDA) y *Bioversity International*. Se ha creado una base de datos regional que incluye datos de pasaporte para más de 120 000 muestras. Además, se ha desarrollado una estrategia regional de RFAA con el apoyo del GCDT.
- Red de Recursos Fitogenéticos de Asia Occidental y África del Norte (WANANET): en principio, WANANET se creó como una red regional para fortalecer las actividades relativas a los RFAA en WANA. Desafortunadamente, debido a la falta de recursos, esta red ha desaparecido. En 2006 se desarrolló una estrategia regional para la conservación de los RFAA en virtud de la iniciativa del GCDT, con apoyo técnico de ICARDA y *Bioversity International*, que destacaba la importancia del establecimiento de redes en la región. La Asociación de Instituciones de Investigación Agrícola del Cercano Oriente y África del Norte (AARI-NENA)³⁰ estableció una nueva red sobre RFAA en 2008.

6.2.2 Redes por cultivos

Existen numerosas redes internacionales por cultivos que desarrollan actividades a nivel regional o mundial. La mayoría se centra principalmente en algún aspecto del mejoramiento de los cultivos, aunque también pueden desem-

ñar tareas relacionadas con la conservación de los RFAA. El campo de actuación de estas redes comprende desde mecanismos relativamente sencillos de distribución de materiales de mejoramiento, la realización de pruebas en varias ubicaciones geográficas y el uso compartido de información y resultados, hasta redes de investigación conjunta, donde las instituciones participantes aportan sus ventajas comparativas para resolver una cuestión o problema común. Muchas de las redes que se centran principalmente en la distribución de germoplasma y la realización de pruebas conjuntas, ambas actividades a nivel internacional, están coordinadas por los Centros Internacionales de Investigación Agrícola (CIIA), algunos de los cuales se mencionan en la siguiente sección sobre organizaciones internacionales. A continuación, se brindan algunos ejemplos de las nuevas redes por cultivos que han surgido o que han registrado un desarrollo considerable desde la publicación del Primer Informe.

La Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)³¹ se creó en 1997 para promover iniciativas de mejora de la producción, el procesamiento y la comercialización del bambú y el ratán. La INBAR coordina una red mundial de socios que provienen de sectores gubernamentales, privados y sin fines de lucro en más de 50 países. La conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos del bambú y el ratán son una parte importante del programa de la INBAR.

En 2006, se lanzó CacaoNet,³² una red de instituciones que colaboran en la conservación y utilización de los recursos genéticos del cacao. Entre sus miembros hay una amplia gama de instituciones públicas internacionales y regionales, además de la *Biscuit, Cake, Chocolate and Confectionery Association* (BCCCA), la Alianza de Productores de Cacao (APC), la Organización Internacional del Cacao (ICCO), el *International Group for the Genetic Improvement of Cocoa* (INGENIC) y la Fundación Mundial del Cacao (WCF).

La Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP) estableció una serie de redes regionales sobre el banano y el plátano entre fines de la década de 1980 y principios de la década de 1990. Desde la publicación del Primer Informe, se han producido algunos cambios importantes. La Red Regional de Investigación sobre el Banano y el Plátano para el África Occidental y Central (MUSACO) se fundó en 1997 tras la invitación del CORAF/WE CARD, y la Red de Investigación sobre el Banano para el África Oriental y Austral (BARNESA) comenzó a operar bajo los auspicios de la ASARECA. La red LACNET cambió su nombre por el de Red de Investigación y Desarrollo de Bananos y Plátanos

CAPÍTULO 6

para América Latina y el Caribe (MUSALAC)³³ en 2000, y ahora desarrolla sus actividades bajo la coordinación del FORAGRO. Del mismo modo, la ASPNET de la INIBAP cambió su nombre por el de BAPNET³⁴ en 2002, y ahora funciona bajo los auspicios de la APAARI. La INIBAP se incorporó formalmente a *Bioversity International*, junto con el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), en 2006.

En el continente americano, el Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA)³⁵ se estableció en 1999 como un mecanismo regional para facilitar la investigación y el desarrollo de la yuca con la participación de partes interesadas de los sectores público y privado. Ubicada en la sede del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, CLAYUCA, además, está forjando vínculos entre los países de América Latina, el Caribe y África para fomentar el desarrollo tecnológico, la capacitación, la distribución de germoplasma y la difusión de información.

En el Cercano Oriente, la AARINENA ha patrocinado diversas iniciativas por cultivos sobre RFAA desde 1996, que incluyen la organización de redes dedicadas a las palmeras datileras, los olivos y las plantas medicinales. La Red Interregional sobre el Algodón en Asia y África del Norte (INCANA) se estableció en 2002 en Irán con el apoyo del Foro Global de Investigación Agropecuaria (FGIA), la AARINENA, la APAARI, la CACAARI, el ICARDA y la AREO.

Además, se han creado diversas redes nuevas de cultivos a nivel mundial con el propósito de generar y compartir información genómica sobre determinados cultivos o grupos de cultivos. Estas incluyen, por ejemplo, la Red Internacional del Genoma del Café (ICGN)³⁷ y el Proyecto Internacional de Determinación de las Secuencias del Genoma del Arroz, una iniciativa conjunta.

6.2.3 Redes temáticas

Tal como se mencionó anteriormente, en los últimos años se han creado varias redes temáticas nuevas que llevan a cabo actividades cooperativas referentes a los RFAA. Una vez más, son demasiadas para analizarlas en detalle, por lo que en este capítulo solo se presentan algunos ejemplos de las redes que son nuevas o que han registrado cambios significativos desde 1996.

Desde 2001, se han establecido tres redes nuevas específicamente diseñadas para promover y apoyar el desarrollo del sector de las semillas en África: la Red Africana de

Semillas (ASN),³⁸ la Red de Seguridad de Semillas para la SADC (SSSN)³⁹ y la Red de Semillas y Material de Plantación de África Occidental (WASNET). En 2001, se creó la Nueva Alianza para el Desarrollo de África (NEPAD) que, entre otras iniciativas, promovía el establecimiento de cuatro redes de biociencias: las Biociencias para África del Este y Central (BECA), la Red de Biotecnología de África Occidental (WABNET), la *South African Network for Biosciences* (SANBio) y la *North Africa Biosciences Network* (NABNET). La SANBio, tal como se menciona en el informe de país de Zimbabwe, ha estado particularmente activa en el área de los RFAA, y se ha dedicado a crear instalaciones para la conservación de cultivos de propagación vegetativa, a la caracterización molecular y a promover la colaboración regional.

En el continente americano, las nuevas redes temáticas establecidas desde 1996 son las siguientes: la Red de Cooperación Técnica en Biotecnología Vegetal (REDBIO), que promueve la utilización de biotecnología para el mejoramiento de cultivos y la conservación genética, y la Red de Innovación Agrícola RedSICTA, un proyecto de establecimiento de redes del IICA en cooperación con la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Uno de los objetivos clave de la RedSICTA es mejorar la producción de semillas en América Latina y el Caribe, tal como se ilustra en el informe de país de Nicaragua.

Las ONG también han desempeñado una función de mayor preeminencia durante los últimos diez años en materia de creación de redes. El Programa de Fomento y Conservación de la Biodiversidad de las Comunidades (CBDC),⁴⁰ por ejemplo, que incluye una serie de países de África, América Latina y Asia, está encabezado por diversas ONG locales e internacionales. El CBDC reúne instituciones gubernamentales y ONG a nivel mundial, regional y nacional, y se centra principalmente en la conservación, utilización, comercialización y, cuando es necesario, la restauración de los recursos tradicionales de germoplasma.

6.3 Organizaciones y asociaciones internacionales con programas sobre RFAA

Existe una amplia variedad de asociaciones internacionales y regionales que, si bien no se centran exclusivamente en los RFAA, cuentan con programas importantes que incluyen PGR. Probablemente las dos más grandes e im-

portantes son la FAO y el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl). Los avances logrados por cada una de estas organizaciones se detallan en las secciones subsiguientes. A continuación, se realiza una breve consideración de los avances que han tenido lugar desde el Primer Informe en otras organizaciones internacionales y regionales, en los foros y asociaciones internacionales, en los acuerdos bilaterales y dentro de la comunidad de las ONG.

6.3.1 Iniciativas de la FAO en materia de RFAA

La FAO ha tenido una participación activa en la promoción y el apoyo de actividades relacionadas con los RFAA desde la publicación del Primer Informe y ha logrado un notable progreso en una serie de áreas clave. Brinda apoyo técnico, científico y administrativo al trabajo realizado por la secretaría de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) y la secretaría del TIRFAA.

La CRGAA, establecida como un foro intergubernamental en 1983, ha supervisado la creación y el desarrollo del Sistema Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos. Este sistema, administrado y coordinado por la FAO, tiene por objetivo garantizar la conservación segura y promover la disponibilidad y la utilización sostenible de los RFAA. En el Primer Informe se describieron los elementos más importantes del sistema. A continuación, se informan solo los avances de mayor preeminencia. El PAM brinda un marco o esquema general para el sistema mundial, y los periódicos informes sobre el *Estado Mundial* proporcionan un mecanismo para supervisar el progreso y evaluar el sistema. El acuerdo básico e instrumento normativo intergubernamental que sustentaba el desarrollo del sistema global fue, hasta el año 2004, el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Esto quedó sin efecto cuando entró en vigencia el TIRFAA. El TIRFAA se analiza en detalle en la Sección 7.2.1, por lo que solo se menciona brevemente a continuación.

- CRGAA:⁴¹ es un foro donde los gobiernos debaten y negocian asuntos relativos a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Realiza revisiones y brinda asesoramiento a la FAO sobre asuntos, programas y actividades normativas. En la actualidad, 168 Estados y la Unión Europea son miembros de la CRGAA, que es el único organismo intergubernamen-

tal que específicamente se ocupa de todos los componentes de la diversidad biológica para la alimentación y la agricultura. La CRGAA inició sus actividades como la Comisión de Recursos Fitogenéticos y, recién en 1995, asumió la responsabilidad de otros componentes de la biodiversidad agrícola. En 1997, tras reconocer las necesidades individuales de cada uno de los distintos componentes, la CRGAA estableció dos grupos de trabajo técnicos a nivel internacional: uno sobre RFAA y el otro sobre recursos zoogenéticos. La CRGAA puso a disposición el foro para la negociación satisfactoria del TIRFAA, un acuerdo internacional jurídicamente vinculante que entró en vigencia en junio de 2004 (ver Sección 7.2.1). La CRGAA ofició como Comité Interino del TIRFAA hasta 2006, cuando se constituyó su propio Órgano Rector. Además, la CRGAA también desarrolló el primer PAM y es responsable de supervisar su implementación. En su undécima reunión ordinaria realizada en junio de 2007, la CRGAA adoptó un programa de trabajo progresivo de diez años de duración, que dispone la publicación del Primer Informe sobre el Estado de la biodiversidad mundial para la alimentación y la agricultura, y la integración del enfoque ecosistémico a la gestión de la biodiversidad en la agricultura, la silvicultura y la pesca.

- Red Internacional de Colecciones *ex situ*: tal como se describe en el Primer Informe, en 1994, once CIIA del CGIAl firmaron acuerdos con la FAO, en representación de la CRGAA, e incorporaron sus colecciones de germoplasma *ex situ* a la Red Internacional de Colecciones *ex situ*. Estos acuerdos, y de hecho la Red Internacional en su totalidad, quedaron sin efecto en 2006 cuando los centros firmaron otros acuerdos con la FAO, esta vez en representación del órgano rector del TIRFAA. Los nuevos acuerdos definen que todas las colecciones *ex situ* de RFAA conservadas en estos centros (aproximadamente 650 000 muestras de los cultivos más importantes del mundo) se deben mantener en el sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios del TIRFAA.
- Iniciativa de colaboración mundial para el fortalecimiento de la capacidad de fitomejoramiento (GIPB)⁴²: lanzada en 2006, la GIPB es una iniciativa cuyo objetivo principal es fortalecer y apoyar la capacidad de los países en desarrollo de llevar a cabo iniciativas de fitomejoramiento y aprovechar las ventajas de tal actividad. Se trata de

CAPÍTULO 6

una asociación que incluye numerosas instituciones de investigación, enseñanza y desarrollo. En las Secciones 4.4 y 7.3.2 se detalla más información sobre la GIPB.

- Acuerdo con el CDB: un área en la que se ha logrado un avance considerable es la del fortalecimiento de las relaciones con el CDB. En 2006 se firmó un Memorando de cooperación entre la FAO y el CDB, donde se definía un marco práctico para aumentar la sinergia entre las dos organizaciones en el ámbito de la biodiversidad de relevancia para la alimentación y la agricultura.

6.3.2 Centros Internacionales de Investigación Agrícola del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional⁴³

En el Primer Informe se describían los entonces 16, ahora 15,⁴⁴ CIA respaldados por el GCIAl. En los últimos años, el sistema del GCIAl ha atravesado un importante proceso de reforma en su visión, gobernanza, financiación y asociaciones,⁴⁵ con el objetivo de lograr un programa de investigación más especializado, un mayor grado de coherencia entre los centros y una colaboración más intensa con un espectro más amplio de socios. Sin embargo, se estima que la gestión de colecciones de recursos genéticos seguirá siendo una prioridad para el sistema, al igual que el mejoramiento genético de aquellos cultivos alimentarios considerados de gran importancia para la población pobre del mundo en desarrollo.

De los 15 centros, 11 disponen de colecciones de RFAA y participan, de una manera u otra, en la conservación a largo plazo y el mejoramiento fitogenético (ver Capítulo 3). No solo ponen a disposición material procedente de sus bancos de genes sino que, además, distribuyen entre sus socios de países desarrollados y en desarrollo líneas de mejoramiento avanzadas, poblaciones segregantes de generación temprana, material parental y líneas con características especiales (ver Sección 4.2). En lo que respecta al sistema, se han producido algunos hechos de importancia desde la publicación del Primer Informe. Estos incluyen un mayor énfasis en los programas de mejoramiento sobre herramientas y métodos biotecnológicos, como la genómica, la proteómica y la selección asistida por marcadores moleculares (MAS), entre otros; una mayor atención a los enfoques de mejoramiento participativo; nuevos e importantes programas de asociación para el mejoramiento ge-

nético de los cultivos, como el Programa de Cooperación FAO/gobiernos (CGP) y *HarvestPlus* (ver Sección 4.7.4 y Recuadro 4.1); y una iniciativa a gran escala, que abarca todo el sistema y que actualmente está transitando su segunda fase, cuyo objetivo es actualizar las instalaciones donde se conservan los bancos de genes y las colecciones, conocida como "Acción colectiva para la rehabilitación de los bienes públicos mundiales en el sistema de recursos genéticos del GCIAl".⁴⁶

Los centros, además, han continuado participando activa e individualmente en una amplia gama de actividades sobre la conservación y la utilización de los RFAA. Un gran porcentaje de estas actividades implica la colaboración internacional. Con fines ilustrativos, a continuación se detallan algunos de los posibles ejemplos:

- El Centro Africano del Arroz (anteriormente, Asociación de África Occidental para el Fomento del Arroz [WARDA])⁴⁷ trabaja con programas nacionales en toda África y cumple una función de liderazgo en la Red Regional de Investigación y Mejoramiento del arroz para el África Occidental y Central (ROCARIZ).
- *Bioversity International* (anteriormente IPGRI e INIBAP)⁴⁸ se dedica exclusivamente a la biodiversidad agrícola. En 2006, adoptó una nueva estrategia que, si bien mantiene el enfoque en la conservación, también da una mayor prominencia a la utilización sostenible de recursos genéticos para el bienestar humano. *Bioversity International* participa intensamente en una gran cantidad de redes y acuerdos de asociación; por ejemplo, mantiene una asociación activa con todas las redes mencionadas en la Sección 6.2.1.
- El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)⁴⁹ y el Instituto Internacional de Investigaciones Ganaderas (ILRI)⁵⁰ cuentan con importantes colecciones de forrajeras tropicales, y el CIAT posee las colecciones más grandes del mundo de yuca y frijoles. Coordina una serie de redes, por ejemplo, la Alianza Panafricana de Investigación en Frijol (PABRA).
- El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)⁵¹ mantiene colecciones internacionales de germoplasma de trigo y maíz, y coordina redes de mejoramiento de ambos cultivos. Además, desempeña una función de liderazgo en la Red Asiática de biotecnología del maíz.
- El Centro Internacional de la Papa (CIP)⁵² tiene el liderazgo en una serie de redes regionales dedicadas a la

investigación de la patata y el boniato, y en el *Potato Gene Engineering Network* (PotatoGENE).

- El ICARDA⁵³ ha contribuido a establecer bancos de genes en Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Kazajstán, Kirguistán, Marruecos, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán. La importante contribución del ICARDA en el establecimiento de bancos de genes se reconoce y describe en los informes de país de Armenia, Azerbaiyán, Kazajstán, Kirguistán, Marruecos, Tayikistán y Uzbekistán.
- El Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT)⁵⁴ trabaja en estrecha relación con los programas nacionales, tanto en Asia como en África, para promover la conservación, el mejoramiento y la utilización de germoplasma. Desempeña una función de liderazgo en la Red Asiática de Cereales y Legumbres (*Cereals and Legumes Asia Network*) (CLAN).
- El Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)⁵⁵ tiene en su poder una importante colección de diversos cultivos tropicales. Además, trabaja en estrecha colaboración con programas, redes y otras instituciones nacionales en todo el África subsahariana.
- El Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI)⁵⁶ reúne a la Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER)⁵⁷ y al *Council for Partnerships on Rice Research in Asia* (CORRA).⁵⁸
- El Centro Mundial de Agrosilvicultura (antes Centro Internacional de Investigación en Agroforestería [ICRAF]) cuenta con una unidad de recursos genéticos que se asocia con varias instituciones de África y otras regiones, a fin de conservar y evaluar especies para los sistemas agroforestales.

Como complemento del trabajo realizado por cada uno de los centros de manera individual, el Programa de Recursos Genéticos para todo el Sistema del GCIAl (SPRG) se ha establecido como mecanismo de ayuda para coordinar políticas, estrategias y actividades en todo el sistema. El SGRP tiene por objetivo optimizar los esfuerzos del GCIAl en cinco áreas temáticas: política de recursos genéticos; sensibilización pública; información; desarrollo de conocimientos y tecnología y capacitación técnica. Ha centrado la atención en el aporte técnico del GCIAl al proceso de negociación del TIRFAA y en la negociación de los acuerdos con la FAO para que las colecciones de los centros quedaran bajo la supervisión del TIRFAA.

En el año 2000, el GCIAl estableció un servicio consultivo central sobre propiedad intelectual (CAS-IP) con el propósito de brindar asistencia a los centros para administrar su patrimonio intelectual y maximizar el beneficio público.

6.3.3 Otras instituciones de investigación y desarrollo internacionales y regionales

Existe una gran cantidad de organizaciones internacionales y regionales que participan, de un modo u otro, en la conservación y utilización de RFAA. Abarcan desde institutos internacionales de investigación sumamente técnicos hasta el Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV), un nuevo e importante sitio utilizado como depósito de respaldo y seguridad para almacenar muestras duplicadas de ejemplares conservados en colecciones de semillas (ver Sección 3.5). A continuación, se mencionan solo cinco ejemplos de instituciones regionales e internacionales: dos de ellas se han creado desde la publicación del Primer Informe, otras dos son importantes instituciones de investigación agrícola que han pasado por un claro proceso de cambio en los últimos años y la última, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), ha ampliado considerablemente su trabajo sobre los RFAA:

- *World Vegetable Centre* (antes *el Asian Vegetable Research and Development Center* [AVRDC]):⁵⁹ con sede en Asia, este centro mundial de hortalizas mantiene colecciones de varias e importantes especies. Asimismo, pone estos y otros materiales provenientes de sus programas de mejoramiento a disposición de la comunidad mundial en forma similar a la utilizada por los centros del GCIAl. Desde la publicación del Primer Informe, ha ampliado enormemente sus actividades en otros continentes, en especial en África. Ha establecido y apoyado una gran cantidad de redes regionales e internacionales.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).⁶⁰ el CATIE es un centro regional de investigación y enseñanza superior intergubernamental ubicado en Costa Rica. Si bien su objetivo principal es brindar servicios a los países miembros,⁶¹ tiene en su poder colecciones de germoplasma de importancia mundial. Desde la publicación del Primer Informe, el CATIE ha firmado acuerdos con la FAO para incorporar las colecciones a la Red Internacional

CAPÍTULO 6

de Colecciones *ex situ* (ver más arriba). Allí se mantienen colecciones de semillas y amplias colecciones de campo. Algunas de las más importantes son el cacao (*Theobroma* spp.), el café (*Coffea* spp.), peibayate (*Bactris* spp.), chiles (*Capsicum* spp.), cucurbitáceas (*Cucurbitaceae*) y tomate (*Lycopersicon* spp.).

- CDB:⁶² en noviembre de 1996, la tercera Conferencia de las Partes del CDB adoptó la Decisión III/11: “Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica agrícola”, que, entre otros puntos, establecía un programa multianual de actividades en materia de diversidad biológica agrícola con los siguientes objetivos.
 - Promover los efectos positivos y mitigar la repercusión negativa de las prácticas agrícolas en la diversidad biológica de los agroecosistemas y su interfaz con otros ecosistemas.
 - Promover la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos de valor real o potencial para la agricultura y la alimentación.
 - Promover la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos.

Los RFAA son importantes, además, en una serie de programas de trabajo intersectoriales del CDB, como el enfoque ecosistémico, el cambio climático y la diversidad biológica, las especies exóticas invasivas, la Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales (GSPC) y el ABS (ver Capítulo 7). Además, el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, que entró en vigencia en 2003, tiene importantes repercusiones para la conservación, la ordenación y el uso de los RFAA, en particular, para el desarrollo y la distribución de variedades de cultivos modificados genéticamente.

- *Crops for the Future* (Cultivos para el futuro):⁶³ creado en 2008 como resultado de una fusión entre el Centro Internacional de Cultivos Infrautilizados y la Unidad de Facilitación Global para Especies Subutilizadas, *Crops for the Future* busca promover y respaldar la investigación sobre aquellas especies marginadas e infrautilizadas que se consideran importantes por presentar un gran potencial para contribuir a la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la protección del medio ambiente.
- Centro Internacional de Agricultura Biosalina (ICBA):⁶⁴ fue creado en 1999 para abordar la preocu-

pación creciente en torno a la disponibilidad y calidad del agua, al principio en la región de WANA, pero más recientemente a nivel mundial. El ICBA mantiene y distribuye una colección internacional de germoplasma que comprende más de 9 400 muestras de aproximadamente 220 especies de cultivos y forrajes resistentes a la sequía y a la salinidad.

6.3.4 Foros y asociaciones internacionales y regionales

Los foros y asociaciones regionales e internacionales se están convirtiendo en una característica cada vez más importante de la cooperación internacional en todo el mundo, y de casi todos los ámbitos de la sociedad. En las esferas relacionadas con la agricultura, incluyendo las actividades relativas a los RFAA, que comprenden asociaciones industriales tales como la Federación Internacional de Semillas (ISF)⁶⁵ y *CropLife International*,⁶⁶ organizaciones de agricultores, como la Federación Internacional de Productores Agrícolas (FIPA);⁶⁷ instituciones académicas internacionales, como la Academia de Ciencias del Tercer Mundo (TVAS)⁶⁸ y redes medioambientales, como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).⁶⁹ Las asociaciones o foros regionales sobre investigación agrícola para el desarrollo se mencionan en la Sección 6.2.

Un hecho particularmente destacado desde la publicación del Primer Informe fue la creación del FGIA en 1999.⁷⁰ El FGIA es una iniciativa que ofrece una plataforma neutral para promover el debate y la colaboración entre los diversos grupos de partes interesadas que participan en la investigación agrícola para el desarrollo. Los foros y asociaciones regionales son miembros clave del FGIA, al igual que la FAO, el GCIAI, las organizaciones de agricultores (representadas en el Comité Directivo por la FIPA), los grupos de la sociedad civil, las organizaciones del sector privado y los donantes, entre otros. El FGIA llevó a cabo su primera conferencia internacional en Dresde, Alemania, en el año 2000. En esta conferencia se formuló la Declaración de Dresde, donde se identificaba la ordenación de los recursos genéticos y la biotecnología como una de las cuatro esferas prioritarias del FGIA. Los participantes, además, elaboraron otra declaración específicamente orientada a los RFAA, que instaba a los gobiernos a cumplir con sus obligaciones respecto a los diferentes instrumentos, leyes y políticas

internacionales sobre los RFAA. El FGIa también ha sido un socio activo de la FAO y el GCIaI en la coordinación de varias actividades relativas al PAM.

6.3.5 Cooperación bilateral

Una gran cantidad de instituciones nacionales, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, disponen de programas internacionales en el ámbito de los RFAA, y estos han aumentado significativamente desde la publicación del Primer Informe, como evidencian los informes de países. Dichos acuerdos bilaterales son demasiados extensos para realizar una descripción exhaustiva. Por esa razón, en este capítulo, solo se brindará una visión general de los mismos. Entre las instituciones que participan en actividades bilaterales a nivel regional e internacional se encuentran universidades, institutos nacionales de investigación y fitomejoramiento, bancos de genes, jardines botánicos y otros.

Varios países desarrollados cuentan con organizaciones gubernamentales especializadas que se dedican a brindar asistencia técnica a los países en desarrollo. Muchas de ellas participan en actividades de investigación y desarrollo agrícolas, y las iniciativas orientadas a la conservación y utilización sostenible de los RFAA, en líneas generales, han aumentado en la última década. Algunos ejemplos: CIRAD en Francia, *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) en Alemania, *Istituto Agronomico per l'Oltremare* (IAO) en Italia y el Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas del Japón (IIRCAS).

La importancia cada vez mayor de la Cooperación Sur-Sur se destaca en varios informes de países. Cada vez más, las instituciones de los países en desarrollo asumen responsabilidades a nivel internacional, ya sea dentro del contexto de las redes regionales e internacionales, o por derecho propio. Esto es particularmente cierto en el caso de las universidades. En el Capítulo 4, Recuadro 4.1 se dan dos ejemplos: el ACCL, creado por la Universidad de KwaZulu-Natal, y el Centro del África Occidental para la Mejora de los Cultivos (WACCL), creado por la Universidad de Ghana. Algunas instituciones gubernamentales de los países en desarrollo también están ampliando sus operaciones internacionales. Por ejemplo, el CAAS envía cada vez más personal al exterior, y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) ha abierto ofici-

nas/laboratorios en Estados Unidos de América, Francia, Ghana, Países Bajos y República de Corea.

6.3.6 Organizaciones no gubernamentales

En los últimos diez años, la participación de las ONG ha aumentado en diversos aspectos de los RFAA y, al igual que con otros tipos de instituciones, es imposible mencionarlas a todas. Si bien las actividades se han llevado a cabo principalmente a nivel nacional, también han aumentado las actividades a nivel internacional. Por ejemplo, ciertas ONG, como la Campaña por los genes en India, el Grupo de acción sobre erosión, tecnología y concentración (Grupo ETC) y GRAIN, entre muchas otras, se mostraron particularmente activas a nivel internacional en medio de las negociaciones del TIRFAA y en el contexto de diversas iniciativas del CDB, como aquellas relacionadas con el conocimiento indígena y el ABS.

Desde la publicación del Primer Informe, se han creado varias ONG nacionales nuevas, dedicadas a la conservación de variedades primitivas, en especial variedades de frutas y hortalizas consideradas parte del "patrimonio" o el "legado" del lugar. Esto, a su vez, ha conducido a la creación de organizaciones y redes globales, como la Salvaguardia de las Variedades Agropecuarias en Europa (Fundación SAVE). Los jardines botánicos también han crecido en número y se han fortalecido durante la última década (ver Sección 3.9). Esto se ha visto reflejado en el crecimiento de la cantidad de miembros de la organización global BGCI, que actualmente cuenta con alrededor de 700 miembros de casi 120 países.

Además de las ONG que se centran principalmente en la diversidad vegetal, como las que se mencionaron anteriormente, muchas ONG orientadas al desarrollo, tanto nacionales como internacionales, también participan en la conservación y utilización de RFAA, por ejemplo, mediante proyectos que promueven la ordenación de RFAA en la explotación o que fomentan los cultivos de alto valor y tradicionales, y los productos con valor agregado. En un intento por promover una mayor colaboración entre dichas ONG, se han creado algunas redes regionales e internacionales, o bien se ha ampliado su alcance, desde la publicación del Primer Informe. Estas incluyen, por ejemplo, la Coalición Asiática de Organizaciones no Gubernamentales para la Reforma Agraria y Desarrollo Rural (ANGOC) y el CBDC mencionado anteriormente.

CAPÍTULO 6

6.4 Acuerdos internacionales y regionales

Podría decirse que los acontecimientos más importantes a nivel internacional asociados con los RFAA desde la publicación del Primer Informe fueron la adopción en 2001 y la entrada en vigencia en 2004 del TIRFAA.⁷¹ En agosto de 2010, el TIRFAA había sido ratificado por 125 países y la Unión Europea. El artículo 1.1 del TIRFAA enuncia que sus objetivos son “la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, y la distribución justa y equitativa de los beneficios resultantes de su uso, de acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, para la sostenibilidad de la agricultura y la seguridad alimentaria”.

El TIRFAA abarca todos los RFAA y promueve, entre otras cosas, la conservación, prospección, recolección, caracterización, evaluación y utilización sostenible. Promueve la acción a nivel nacional, además de la cooperación internacional y la asistencia técnica. Uno de los artículos está dedicado a los derechos del agricultor (ver Secciones 5.4.4 y 7.4) y una pieza central del TIRFAA es la creación de un sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios que abarca 35 cultivos alimentarios y 29 géneros de forrajeras enumerados en el Anexo I del Tratado. Los avances logrados con respecto al ABS se describen en detalle en el Capítulo 7.

El TIRFAA también promueve la implementación del Plan de Acción Mundial y reconoce numerosos componentes de apoyo, incluidas las colecciones *ex situ* mantenidas por los centros internacionales de investigación agrícola, las redes internacionales de recursos fitogenéticos y el sistema mundial de información sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Las partes contratantes se comprometen a llevar a cabo una estrategia de financiación para la aplicación del Tratado con el objetivo de potenciar la disponibilidad, transparencia, eficacia y efectividad del suministro de recursos financieros para llevar a cabo actividades en el marco del Tratado.

Además del TIRFAA, también se puede observar una tendencia hacia una cooperación regional más sólida en temas relacionados con los RFAA, que se ve reflejada en el creciente número de acuerdos regionales que abarcan áreas tales como la conservación, la protección de variedades de plantas (PVP), el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios. Un área que

particularmente ha mostrado un avance es la reglamentación fitosanitaria. Este tema se trata más adelante.

En África, se han firmado acuerdos regionales sobre PVP,⁷² acceso y distribución de beneficios, derechos del agricultor,⁷³ conservación de recursos naturales⁷⁴ y seguridad en la aplicación de la biotecnología.⁷⁵

En el continente americano, los países de la Comunidad Andina han adoptado numerosos acuerdos regionales relativos a los PGR. Dos de los más importantes son la Decisión 391 sobre el Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos de 1996, y la Decisión 345 sobre el Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales de 1993. Los países de América Central también han elaborado un acuerdo sobre el acceso a los recursos genéticos y bioquímicos, y al conocimiento tradicional asociado.

En Asia, en el año 2000, los países de la Asociación de Naciones del Asia Sudoriental (ASEAN) acordaron un marco que regía el acceso a los recursos biológicos y genéticos. En 1999, los países de la Comunidad de Estados Independientes (CEI) adoptaron un acuerdo multilateral de cooperación en la esfera de la conservación y ordenación de los recursos fitogenéticos cultivados. En 2001, también adoptaron un acuerdo sobre protección legal de variedades de plantas.

En Europa, la Unión Europea ha adoptado numerosas reglamentaciones y directivas de la Comunidad Europea que rigen áreas tales como la producción y distribución de semillas, la propiedad intelectual y la bioinocuidad. Se ha logrado, por ejemplo, una armonización de las leyes nacionales sobre derechos del obtentor (PBR). Además, se ha creado un registro de variedades de la Comisión Europea.⁷⁶ En los países nórdicos, el Consejo de Ministros Nórdicos adoptó una declaración ministerial sobre el acceso y los derechos a los recursos genéticos en 2003.

6.4.1 Colaboración regional e internacional en relación con las cuestiones fitosanitarias

En 1997, se adoptó un nuevo texto de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF).⁷⁷ Asimismo, el número de miembros de la CIPF ha aumentado considerablemente en la última década, ya que 69 países y la Unión Europea, de un total de 172 miembros, se han unido desde 1996.

La revisión de la CIPF realizada en 1997 fue importante y tenía como objetivo realizar una actualización según las prácticas fitosanitarias en curso, de conformidad con los conceptos contenidos en el acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la OMC.⁷⁸ Además de sus implicancias para el comercio internacional, el texto de 1997 de la CIPF promueve la armonización de las medidas fitosanitarias y crea un procedimiento para desarrollar normas internacionales para medidas fitosanitarias. Además, introduce nuevos conceptos fitosanitarios, como la designación de áreas libres de plagas, la seguridad fitosanitaria de los envíos de exportaciones después de la certificación y un análisis de riesgo de plagas.

La función de las organizaciones regionales de protección fitosanitaria (ORPF) también se fortaleció en 1997. Además de promover los objetivos de la CIPF, estas organizaciones actúan como coordinadores fitosanitarios para sus respectivas regiones, fomentan la armonización de las reglamentaciones fitosanitarias y desarrollan normas regionales basadas en la ciencia y en consonancia con las normas internacionales.

El Primer Informe incluye ocho organizaciones regionales; en la actualidad son diez. Si bien se estableció en 1994, la Organización de Protección Fitosanitaria del Pacífico no fue mencionada en el Primer Informe, y la Organización de Protección de las Plantas del Cercano Oriente fue establecida en 2009.

6.5 Mecanismos internacionales de financiación

Debido al mayor reconocimiento de la importancia y el valor de los RFAA, cada vez más donantes proveen fondos para apoyar las actividades en esta área; en ciertos casos, implican sumas considerables. Uno de los avances más significativos en cuanto a financiación desde la publicación del Primer Informe fue la creación del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT). Este mecanismo de financiación especializado, que además forma parte del mecanismo de financiación del TIRFAA, se describe más detalladamente a continuación, seguido de una actualización sobre la situación respecto a otros organismos de financiación multilaterales y bilaterales.

- GCDT:⁷⁹ desde hace tiempo ha manifestado que, a fin de brindar una financiación sostenible a largo

plazo para la conservación de los RFAA, se necesita un fondo de dotación. Un fondo de estas características podría desarrollar, preservar e invertir sus bienes de capital y, a la vez, utilizar el interés generado para financiar los esfuerzos de conservación en todo el mundo. Con la adopción del TIRFAA en 2001, se abrió un camino para la creación de este mecanismo dedicado de financiación, vinculado con el TIRFAA. En consecuencia, en 2004, la FAO y *Bioversity International* (en representación de los centros del GCIAI) encabezaron el establecimiento del GCDT. Con su propia Junta Directiva, que actúa según las instrucciones generales del órgano rector del TIRFAA y cuenta con el asesoramiento de un Consejo de Donantes, el GCDT había obtenido, hasta principios de 2009, compromisos de financiación por una suma total de más de 150 millones de UDS. Los fondos provienen de gobiernos nacionales, incluidos algunos gobiernos de países en desarrollo, donantes multilaterales, fundaciones, corporaciones e individuos particulares. Además de administrar la dotación, el GCDT también ha recaudado fondos para apoyar la actualización de las colecciones e instalaciones, la capacitación técnica, el fortalecimiento de los sistemas de información, la evaluación de las colecciones y la recolección selectiva. Hasta la fecha, los esfuerzos se han centrado en la conservación y la evaluación *ex situ* y se ha emprendido una iniciativa de gran magnitud, que se mencionó anteriormente en este capítulo, para formular estrategias conjuntas de conservación de cultivos a nivel regional y mundial. Estas estrategias se utilizan como guía para la asignación de los recursos que el GCDT pone a disposición.

A pesar del éxito del GCDT, aún queda camino por recorrer antes de que el fondo de dotación pueda considerarse lo suficientemente grande como para que el interés derivado pueda garantizar que todos los RFAA más importantes del mundo se conserven de manera segura.

- Organismos de financiación multilaterales y bilaterales: si bien no ha sido posible realizar un inventario y un análisis detallados de las tendencias de la financiación destinada a los RFAA, es evidente que la cantidad de organismos que apoyan la conservación y la utilización sostenible de los RFAA, incluido el fitomejoramiento, ha aumentado en cierta medida desde la publicación

CAPÍTULO 6

del Primer Informe. Por ejemplo, el GCIAl ahora cuenta con 47 países como donantes (entre ellos, 21 países en desarrollo), además de cuatro fundaciones y 13 organismos donantes internacionales y regionales. La gran mayoría de estos donantes apoya directa o indirectamente las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con los RFAA. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) continúa siendo una fuente de financiación importante de la conservación *in situ*, incluida la conservación de las especies silvestres afines a las plantas cultivadas (ESAC), y es el mecanismo de financiación principal del CDB. El Banco Mundial, un punto de apoyo importante del GCIAl, ha provisto fondos no solo para los programas de investigación de los centros, sino que además ha aportado una cantidad considerable de fondos para que los bancos de genes cumplieran con las normas. Otros organismos de financiación multilaterales han participado activamente en el respaldo de proyectos y programas nacionales e internacionales que incluyen actividades relacionadas con los RFAA. Entre ellos se incluyen los Bancos Regionales de Desarrollo, la Comisión Europea, el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Banco Islámico de Desarrollo (BIsD), la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el Fondo para el Desarrollo Internacional, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Asimismo, es necesario destacar el aporte del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO),⁹⁰ una alianza de los países de América Latina y el Caribe con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el IICA, que otorga fondos para apoyar la investigación y la innovación agrícolas en los países miembros. El Fondo, que se estableció en 1998, financia actualmente 65 proyectos, muchos de los cuales cuentan con un componente de recursos genéticos.

El número de fundaciones que participan en la financiación de los RFAA, en especial aquellas ubicadas en los Estados Unidos de América, también ha aumentado en consonancia con el crecimiento general del sector filantrópico. Las fundaciones que participan de alguna manera en la financiación de las actividades internacionales relacionadas con los RFAA incluyen la Fundación Bill y Melinda Gates, *Gatsby Charitable Trust*, la Fundación Gordon y

Betty Moore, *Lillian Goldman Charitable Trust*, Fundación Kellogg, Fundación MacArthur, Fundación Nippon, Fundación Rockefeller, Fundación Syngenta y la Fundación pro Naciones Unidas.

Además de los organismos multilaterales y las fundaciones, muchos países brindan apoyo bilateral para los proyectos que incluyen actividades relacionadas con la conservación y la utilización de los RFAA. La mayoría de los organismos nacionales de asistencia para el desarrollo de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), por ejemplo, desempeñan una función activa en esta área. Asimismo, algunos países cuentan con organismos especializados dedicados a respaldar la investigación en los países en desarrollo; por ejemplo, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID) de Canadá, *International Development Research Centre* (ACIAR) de Australia, la Agencia Sueca de Cooperación en Investigación en Países en Desarrollo (SAREC, que actualmente forma parte de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, ASDI) y la Fundación Científica Internacional (FCI) de Suecia.

6.6 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el Estado mundial

Conforme a la información presentada en este capítulo, es evidente que, en general, la colaboración regional e internacional ha progresado considerablemente desde la publicación del Primer Informe. Aunque algunas redes aún no cuentan con los recursos suficientes, se han establecido numerosas instituciones y asociaciones nuevas, y los antiguos mecanismos se han fortalecido. El MLS del TIRFAA proporciona un mecanismo para que compartir la responsabilidad respecto a la conservación sea más sencillo para los países. Con el tiempo, esto permitirá una mayor racionalización de las colecciones (incluida la eliminación de la duplicación involuntaria) y la duplicación de respaldo y seguridad. Esto, a su vez, facilitará el trabajo conjunto de los países en las iniciativas de conservación y utilización de una variedad más amplia de diversidad genética. Los cambios importantes que se han registrado son los siguientes:

- La entrada en vigencia del TIRFAA en 2004, que marca

lo que probablemente sea el avance más significativo en relación con los recursos fitogenéticos desde la publicación del Primer Informe. El TIRFAA es un acuerdo internacional jurídicamente vinculante que promueve la conservación y la utilización sostenible de los RFAA, y la distribución justa y equitativa de los beneficios resultantes de su uso, de conformidad con el CDB.

- Se han establecido varias redes regionales de RFAA, incluidas GRENEWCA para África occidental y central, NORGEN para América del Norte, CAPGNET para el Caribe, PAPGREN para el Pacífico, SeedNet para Europa sudoriental y CACN-PGR para Asia central y la región del Cáucaso.
- Otras redes regionales de RFAA han consolidado significativamente sus actividades, tales como SANPGR en Asia meridional, SADC-PGRN en África austral y las iniciativas de AEGIS y EURISCO de la red europea ECPGR.
- No ha sucedido lo mismo con muchas otras redes de RFAA. Si bien casi todas las redes necesitan recursos adicionales, la falta de financiación suficiente fue un factor importante en la desaparición de WANANET y representa una limitación significativa para la mayoría de las redes en el continente americano, al igual que en Asia sudoriental y África occidental.
- Se establecieron varias redes nuevas por cultivos que desarrollan actividades significativas respecto a los RFAA. Entre ellas se incluyen las redes internacionales sobre el genoma de cacao, café, arroz, bambú y ratán. Las redes de cultivos centradas en las regiones, ya sean nuevas o reformadas, incluyen redes sobre banano y plátano, yuca en América, cereales y leguminosas en Asia, colocalia en el Pacífico y algodón en Asia y África del norte.
- Se han establecido varias redes temáticas nuevas, que se concentran en una amplia variedad de temas. Por ejemplo, se han creado redes sobre biotecnología, tanto a nivel mundial (por ejemplo, el GCP) como en numerosas regiones. Otros temas han abarcado la administración en la explotación de la diversidad genética y la producción de semillas. En África se han establecido tres redes de semillas.
- La FAO brinda su apoyo a las secretarías tanto del TIRFAA como de la CRGAA. Las relaciones con el CDB se consolidaron con la firma de un Memorando de cooperación conjunto en 2006.
- La FAO ha intensificado aún más sus actividades en el área de los RFAA, por ejemplo, mediante el establecimiento del GIPB en 2006.
- Los centros internacionales del GCIAI han celebrado nuevos acuerdos con la FAO, en representación del órgano rector del TIRFAA, y han incorporado sus colecciones al sistema multilateral (MLS) de acceso y distribución de beneficios (ABS) del TIRFAA. Incluso el GCIAI propiamente dicho ha atravesado un período de grandes reformas.
- Los centros del GCIAI continúan trabajando en colaboración con una gran cantidad de asociados, en especial en los países en desarrollo, y continúan poniendo a disposición una amplia variedad de materiales genéticos. Se ha emprendido un programa de gran importancia para actualizar las colecciones y las instalaciones de los bancos de genes. En el año 2000, los centros del GCIAI establecieron el CAS-IP.
- Se han establecido varias instituciones internacionales nuevas que realizan investigaciones relativas a los RFAA. Entre ellas se incluyen *Crops for the Future* (Cultivos para el futuro) y el ICBA.
- El SGSV, que se inauguró en 2008, representa una nueva iniciativa de cooperación internacional de gran relevancia destinada a mejorar la seguridad de las colecciones de germoplasma al proporcionar instalaciones seguras para almacenar las muestras duplicadas de semillas.
- Otro avance significativo que tuvo lugar desde la publicación del Primer Informe es la creación del FGIA en 1999. El Foro promueve el debate y la colaboración entre los diversos grupos de partes interesadas que participan en la investigación agrícola. El FGIA ha identificado la ordenación de los recursos genéticos y la biotecnología como una de sus cuatro áreas prioritarias.
- La tendencia hacia una cooperación más sólida se refleja en el número creciente de acuerdos regionales que abarcan áreas tales como la conservación, la protección de variedades de plantas, el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios. Un área que particular ha mostrado un avance es la reglamentación fitosanitaria.
- Actualmente, varias fundaciones nuevas apoyan actividades relacionadas con los RFAA a nivel internacional. En 1998, se creó un fondo especial en respaldo de la investigación agrícola en América Latina (FONTAGRO) y, en 2004, se estableció el GCDT como un fondo especializado destinado a brindar

CAPÍTULO 6

apoyo para la conservación de los RFAA y a promover su utilización en todo el mundo.

6.7 Deficiencias y necesidades

A pesar del avance importante que tuvo lugar desde la publicación del Primer Informe, aún existen ciertas deficiencias e inquietudes que deben abordarse con urgencia. A continuación, se detallan algunos ejemplos.

- Muchas redes han sentido la falta de fondos, aunque se han creado varias redes nuevas. Al menos una de ellas ha dejado de funcionar. Se necesitan estrategias y mecanismos de financiación nuevos e innovadores.
- Con el objetivo de respaldar estas estrategias de financiación, se requieren mayores esfuerzos para crear conciencia entre los formuladores de políticas y el público en general acerca del valor de los RFAA, la interdependencia de las naciones y la importancia de fomentar una mayor cooperación internacional.
- Además, es necesaria una mayor colaboración entre los órganos normativos y de financiación a nivel internacional, y una mayor sensibilización sobre la necesidad del apoyo financiero a largo plazo.
- Con el fortalecimiento de los foros regionales y mundiales sobre la investigación agrícola, la influencia que estos ejercen sobre los formuladores de políticas nacionales ha aumentado y, de este modo, ofrecen valiosas oportunidades de promover políticas nacionales y regionales adecuadas en áreas de importancia para la conservación y la utilización de los RFAA.
- Dado que el intercambio internacional de germoplasma es una motivación clave para muchas redes, se requiere una mayor atención para promover una implementación efectiva del TIRFAA y, especialmente, de su sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios, así como también para desarrollar acuerdos respecto a los demás cultivos que actualmente no se incluyen en el sistema, pero que están dentro del alcance general del TIRFAA.
- A fin de aprovechar las numerosas oportunidades de colaboración a nivel regional e internacional, es necesario que muchos países establezcan una mayor coordinación interna entre los diversos ministerios e instituciones y entre los sectores público y privado.

Bibliografía

- ¹ Disponible en www.fara-africa.org.
- ² Disponible en www.asareca.org/eapgren/.
- ³ Miembros de **EAPGREN**: Burundi, Congo, Eritrea, Etiopía, Kenya, Madagascar, República Unida de Tanzania, Rwanda, Sudán y Uganda.
- ⁴ Disponible en www.coraf.org/English/English.html.
- ⁵ Disponible en <http://www.spgrc.org/>.
- ⁶ Disponible en www.iica.int/foragro.
- ⁷ Disponible en webiica.iica.ac.cr/prociandino/red_redarfit.html.
- ⁸ Miembros de **REDARFIT**: Bolivia (Estado Plurinacional de), Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (República Bolivariana de).
- ⁹ Miembros de **REGENSUR**: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.
- ¹⁰ Miembros de **REMERFI**: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.
- ¹¹ Miembros de **TROPIGEN**: Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela (República Bolivariana de).
- ¹² Disponible en www.apaari.org.
- ¹³ Disponible en <http://ea-pgr.net/>.
- ¹⁴ Miembros de **EA-PGR**: China, Japón, Mongolia, República de Corea y República Popular Democrática de Corea.
- ¹⁵ papgren.blogspot.com/.
- ¹⁶ Miembros de **PAPGREN**: Fiji, Islas Cook, Islas Marshall, Islas Salomón, Kiribati, Micronesia (Estados Federados de), Niue, Nueva Caledonia, Palau, Papua Nueva Guinea, Samoa, Tonga y Vanuatu.
- ¹⁷ Disponible en www.recsea-pgr.net/.
- ¹⁸ Miembros de **RECSEA-PGR**: Filipinas, Indonesia, Malasia, Papua Nueva Guinea, Singapur, Tailandia y Viet Nam.
- ¹⁹ Disponible en www.biodiversityinternational.org/scientific_information/information_sources/networks/sanpgr.html.
- ²⁰ Miembros de **SANPGR**: Bangladesh, Bhután, India, Maldivas, Nepal y Sri Lanka.
- ²¹ Disponible en www.ecpgr.cgiar.org/.
- ²² Para obtener una lista de países participantes, consulte la siguiente página: www.biodiversityinternational.org/networks/ecpgr/Contacts/ecpgr_nc.asp.
- ²³ Disponible en www.ecpgr.cgiar.org/AEGIS/AEGIS_home.htm.
- ²⁴ Disponible en eurisco.ecpgr.org/.
- ²⁵ Disponible en www.nordgen.org/index.php/en/.

- 26 Miembros de **NordGen**: Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia.
- 27 Disponible en www.cacaari.org.
- 28 Disponible en www.cac-biodiversity.org/main/main_meetings.htm.
- 29 Miembros de **CACN-PGR**: Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Kazajstán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán.
- 30 Disponible en www.aarinena.org.
- 31 Disponible en www.inbar.int.
- 32 Disponible en www.cacaonet.org.
- 33 Disponible en www.bananas.bioversityinternational.org/content/view/75/105/lang,en/.
- 34 Disponible en bananas.bioversityinternational.org/.
- 35 Disponible en www.clayuca.org.
- 36 Disponible en www.spc.int/TaroGen/.
- 37 Disponible en www.coffeegenome.org/.
- 38 Disponible en www.african-seed.org/.
- 39 Disponible en www.sdc.org.za/en/Home/Domains_of_Intervention_and_Projects/Natural_Resources/SADC_Seed_Security_Network_SSSN.
- 40 Disponible en www.cbdcprogram.org.
- 41 Disponible en www.fao.org/ag/cgrfa/.
- 42 Disponible en <http://km.fao.org/gipb/>.
- 43 Disponible en www.cgjar.org/.
- 44 El Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IIPA) se hizo cargo de los programas del Servicio internacional para la investigación agrícola nacional (ISNAR) en 2004.
- 45 Disponible en www.cgjar.org/changemanagement/.
- 46 Disponible en www.sgrp.cgjar.org/?q=node/583.
- 47 Disponible en www.warda.org.
- 48 Disponible en www.bioversityinternational.org/.
- 49 Disponible en www.ciat.cgjar.org.
- 50 Disponible en www.ilri.org/.
- 51 Disponible en www.cimmyt.org/.
- 52 Disponible en www.cipotato.org.
- 53 Disponible en www.icarda.org/.
- 54 Disponible en www.icrisat.org/.
- 55 Disponible en www.iita.org.
- 56 Disponible en www.irri.org/.
- 57 Disponible en seeds.irri.org/inger/index.php.
- 58 Disponible en www.irri.org/corra/default.asp.
- 59 Disponible en www.avrdc.org/.
- 60 Disponible en www.catie.ac.cr.
- 61 Miembros de **CATIE**: Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela (República Bolivariana de).
- 62 Disponible en www.cbd.int/.
- 63 Disponible en www.cropsforthefuture.org/.
- 64 Disponible en www.biosaline.org/.
- 65 Disponible en www.worldseed.org.
- 66 Disponible en www.croplife.org.
- 67 Disponible en www.ifap.org.
- 68 Disponible en www.twas.ictp.it/.
- 69 Disponible en www.iucn.org.
- 70 Disponible en www.egfar.org/.
- 71 Disponible en www.planttreaty.org.
- 72 Acuerdo que revisa el Acuerdo de Bangui del 2 de marzo de 1977, Anexo X, 1999.
- 73 Ley modelo de la Unión Africana sobre derechos de comunidades locales, agricultores, obtentores y acceso, 2001.
- 74 Convenio africano sobre la conservación de la naturaleza y los recursos naturales (versión revisada), 2003.
- 75 Unión Africana: Ley modelo africana sobre seguridad en la biotecnología, 2001.
- 76 Regulación n.º 2100/94 del Consejo de la CE del 27 de julio de 1994 relativo a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales.
- 77 Disponible en <https://www.ippc.int/IPP/En/default.jsp>.
- 78 Disponible en http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm.
- 79 Disponible en www.croptrust.org.
- 80 Disponible en www.fontagro.org.



Capítulo 7

El acceso a los recursos
fitogenéticos, la
distribución de los
beneficios resultantes de
su uso y la realización
de los derechos de los
agricultores

7.1 Introducción

El acceso y la distribución de los beneficios (ABS), junto con la conservación y el uso sostenible, son el sujeto principal del CDB y del TIRFAA. En un mundo donde los países dependen entre sí en cuanto a los recursos fitogenéticos que necesitan para sustentar la producción de alimentos y atender los crecientes desafíos relativos a las enfermedades y al cambio climático, el acceso a tales recursos es fundamental para lograr la seguridad alimentaria en el mundo. Este capítulo hace una revisión sobre los cambios ocurridos a partir de la publicación del Primer Informe. Abarca el marco legal y normativo a nivel internacional relevante para el ABS y los avances en dicho rubro a nivel nacional. Luego, repasa los progresos relativos a la realización de los derechos de los agricultores conforme al TIRFAA.

7.2 Progresos en el marco legal y normativo internacional para el acceso y la distribución de beneficios

El marco legal y normativo internacional es un ámbito que ha padecido, y aún padece, un cambio muy significativo desde que se publicó el Primer Informe. Su carácter dinámico ha repercutido y continuará ejerciendo una gran influencia en el progreso de todas las áreas de la conservación y el uso de los RFAA.

7.2.1 TIRFAA

Uno de los avances más importantes en el sector de los recursos fitogenéticos desde que se publicó el Primer Informe ha sido la adopción y entrada en vigencia del TIRFAA. En lo que respecta al ABS, en el TIRFAA confluyen los elementos del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, un instrumento internacional no vinculante que establece la disponibilidad ‘irrestringida’ de los recursos fitogenéticos como patrimonio común de la humanidad y los del CDB, que se basa en el principio de soberanía nacional por sobre los recursos genéticos y el acceso basado en el previo consentimiento informado y en términos de mutuo acuerdo. El TIRFAA establece un MLS para el ABS respecto de aquellos recursos fitogené-

ticos de mayor importancia para la seguridad alimentaria y de los cuales más dependen los países. En cuanto a los recursos genéticos enumerados en el Anexo 1 del TIRFAA, las Partes Contratantes han acordado términos y condiciones comunes que regirán su transferencia a los fines de investigación, mejoramiento y capacitación. Estos términos y condiciones estandarizados se establecen en el ANTM, adoptado por el órgano rector en su primera reunión celebrada en junio de 2006. De este modo, el MLS reduce los costos de transacción inherentes a los intercambios negociados de modo bilateral. El MLS cubre de manera automática todos los RFAA de los cultivos del Anexo 1 que están “bajo la administración y el control de las Partes Contratantes y son de dominio público”. También, dispone la inclusión voluntaria de otros materiales en el MLS por parte de sus titulares.

7.2.1.1 Distribución de beneficios en el Sistema multilateral

La distribución de los beneficios en el MLS se realiza a nivel multilateral. El acceso facilitado a los recursos genéticos incluidos en el MLS se reconoce, en sí mismo, como uno de los principales beneficios del sistema. Otros beneficios que surgen de la utilización de los RFAA y que deben compartirse de modo ‘justo y equitativo’ comprenden el intercambio de información, el acceso a la tecnología y su transferencia, la creación de capacidad y la distribución de los beneficios monetarios y de otro tipo derivados de la comercialización (ver Recuadro 7.1). El Fondo de distribución de beneficios, establecido para recibir rentas de la comercialización, también aceptará contribuciones voluntarias de las Partes Contratantes, las partes no contratantes y el sector privado¹ como integrantes del sistema de distribución de beneficios. A mediados de 2009, las contribuciones voluntarias al fondo habían sido hechas por distintos gobiernos, incluido el compromiso del Gobierno de Noruega de realizar un aporte voluntario al Fondo de distribución de beneficios equivalente al 0,1 por ciento del valor de todas las semillas vendidas en Noruega. La primera convocatoria de propuestas de la Secretaría del TIRFAA, en virtud del Fondo de distribución de beneficios, cerró en enero de 2009, y las 11 primeras subvenciones del proyecto se otorgaron antes de la tercera reunión del órgano rector en junio de 2009.

Los beneficios financieros resultantes de la comercialización forman parte de la Estrategia de

CAPÍTULO 7

Recuadro 7.1 La distribución de beneficios conforme al TIRFAA

Conforme al TIRFAA, se reconoce, en sí mismo, al acceso facilitado a los recursos genéticos incluidos en el MLS como uno de los principales beneficios del sistema. Otros beneficios que surgen del uso de los RFAA y que han de distribuirse de modo 'justo y equitativo' son los siguientes.

- **Intercambio de información:** incluye catálogos e inventarios, información sobre las tecnologías y resultados de investigaciones técnicas, científicas y socioeconómicas relativas a los RFAA, con inclusión de datos sobre la caracterización, la evaluación y la información sobre el uso.
- **Acceso a la tecnología y su transferencia:** las Partes Contratantes acuerdan brindar y/o facilitar el acceso a las tecnologías para la conservación, caracterización, evaluación y utilización de los RFAA. El TIRFAA enumera distintos medios por los cuales se realiza la transferencia de tecnología, con inclusión de la participación en redes y asociaciones basadas en cultivos o temáticas, empresas conjuntas comerciales, desarrollo de recursos humanos y mediante la puesta a disposición de instalaciones de investigación. El acceso a la tecnología, con inclusión de aquella protegida por DPI, debe brindarse y/o facilitarse en condiciones justas y muy favorables, incluso en condiciones de favor y preferenciales, cuando se llegue a un mutuo acuerdo. El acceso a estas tecnologías se brinda mientras se respetan, a la vez, los derechos de propiedad y las leyes de acceso que sean aplicables.
- **Fomento de la capacidad:** el TIRFAA prioriza los programas para educación y capacitación científica en la conservación y el uso de RFAA para el desarrollo de instalaciones a los fines de la conservación y la utilización de RFAA y para llevar a cabo investigaciones científicas conjuntas.
- **Distribución de beneficios monetarios y de otro tipo resultantes de la comercialización:** los beneficios monetarios comprenden el pago a un Fondo de distribución de beneficios del MLS de una proporción de las rentas resultantes de la venta de productos de RFAA que incorporan material al que se accedió mediante el MLS. Dicho pago es obligatorio cuando el producto no está disponible para más investigaciones y mejoramiento, por ejemplo, como resultado de ciertos tipos de protección por patentes. En el ANTM, adoptado por el órgano rector en su primera reunión en 2006, el pago se estableció en el 1,1 por ciento de las ventas en bruto generadas por el producto, menos el 30 por ciento (es decir, el 0,77 por ciento).

Financiación del TIRFAA, conforme al Artículo 18. La estrategia también comprende la movilización de fondos desde otras fuentes externas al TIRFAA. Uno de los elementos esenciales de la Estrategia es el GCDT, un fondo internacional establecido en 2004 para ayudar a garantizar la conservación *ex situ* y la disponibilidad de los RFAA a largo plazo (ver Sección 6.5).

7.2.1.2 *Cumplimiento de los términos y las condiciones del Acuerdo normalizado de transferencia de material*

El ANTM ofrece un mecanismo para superar las potenciales dificultades relativas al cumplimiento, dando facultad a la FAO como entidad elegida por el órgano rector, para que represente sus intereses en carácter de tercera

parte beneficiaria, conforme al ANTM, e inicie acciones, cuando sea necesario, para resolver diferencias.

7.2.2 **Convenio sobre la Diversidad Biológica**

El CDB continúa brindando el marco legal y normativo para el ABS respecto de los recursos genéticos en general. Los principales avances en el marco del CDB, desde que se publicó el Primer Informe, han ocurrido en el contexto del trabajo sobre el ABS iniciado por la cuarta Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la diversidad biológica (COP 4) de 1999, y fueron llevados a cabo principalmente por el Grupo de trabajo sobre acceso y distribución de beneficios, creado en 2000. El primer resultado fueron las Directrices no vinculantes de

Recuadro 7.2

Beneficios potenciales del acceso y la distribución de beneficios, según lo enumerado en las Directrices de Bonn

1. Entre los beneficios monetarios pueden incluirse, pero no limitarse a:

- a) Tasas o tasa de acceso por muestra recolectada o de otro modo adquirida;
- b) Pagos iniciales;
- c) Pagos por cada etapa;
- d) Pagos de regalías;
- e) Tasas de licencia en caso de comercialización;
- f) Tasas especiales por pagar a fondos fiduciarios en apoyo de la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;
- g) Salarios y condiciones preferenciales si mutuamente convenidos;
- h) Financiación de la investigación;
- i) Empresas conjuntas;
- j) Propiedad conjunta de derechos de propiedad intelectual pertinentes.

2. Entre los beneficios no monetarios pueden incluirse, pero no limitarse a:

- a) Participación en los resultados de la investigación;
- b) Colaboración, cooperación y contribución en programas de investigación y desarrollo científicos, particularmente actividades de investigación biotecnológica, de ser posible en el país proveedor;
- c) Participación en el desarrollo de productos;
- d) Colaboración, cooperación y contribución en formación y capacitación;
- e) Admisión a las instalaciones *ex situ* de recursos genéticos y a bases de datos;
- f) Transferencia, al proveedor de los recursos genéticos de conocimientos y de tecnología en términos justos y más propicios, incluidos los términos sobre condiciones favorables y preferenciales, de ser convenidos, en particular, conocimientos y tecnología en los que se haga uso de los recursos genéticos, incluida la biotecnología, o que son pertinentes a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;
- g) Fortalecimiento de las capacidades para transferencia de tecnología a las Partes usuarias que son países en desarrollo, y las Partes que son países con economías en transición, y desarrollo de la tecnología en el país de origen que proporciona los recursos genéticos. Asimismo, facilitación de las capacidades de las comunidades indígenas y locales en cuanto a conservar y utilizar de forma sostenible sus recursos genéticos;
- h) Creación de capacidad institucional;
- i) Recursos humanos y materiales para fortalecer las capacidades del personal responsable de la administración y de la imposición de la reglamentación de acceso;
- j) Capacitación relacionada con los recursos genéticos con plena intervención de las Partes proveedoras y, de ser posible, en tales Partes;
- k) Acceso a la información científica pertinente a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, incluidos los inventarios biológicos y los estudios taxonómicos;
- l) Contribuciones a la economía local;
- m) Investigación dirigida a necesidades prioritarias tales como la seguridad de la salud humana y de los alimentos, que tenga en cuenta los usos nacionales de los recursos genéticos en los países proveedores;
- n) Relación institucional y profesional que puede dimanar de un acuerdo de acceso y participación en los beneficios y de las actividades subsiguientes de colaboración;
- o) Beneficios de seguridad de los alimentos y los medios de vida;
- p) Reconocimiento social;
- q) Propiedad conjunta de derechos de propiedad intelectual pertinentes.

CAPÍTULO 7

Bonn sobre ABS, adoptadas en la COP 6 de 2001. Las Directrices de Bonn se diseñaron para asistir a los países en el desarrollo y la redacción de políticas, leyes, reglamentaciones y contratos relativos al ABS a aplicarse a todos los recursos genéticos y el conocimiento tradicional, la innovación y las prácticas afines cubiertas por el CDB y los beneficios resultantes de la utilización comercial y demás usos de dichos recursos, salvo los recursos genéticos humanos (ver Recuadro 7.2).

En 2004, la COP 7 le encomendó al Grupo de trabajo sobre acceso y distribución de beneficios que elaborara y negociara un régimen internacional de acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios, con el fin de adoptar uno o más instrumentos para implementar con eficacia las disposiciones de los Artículos 15 y 8(j) del CDB y los tres objetivos de este último. En 2008, la COP 9 acordó un protocolo y un marco básico con los principales componentes del régimen internacional, e instó al Grupo de trabajo a concluir sus negociaciones lo más pronto posible, antes de la COP 10 en 2010. La relación del régimen internacional con los regímenes de los sectores más específicos, como el MLS para el ABS conforme al TIRFAA, también es una cuestión relevante que requiere de mayor tratamiento.

7.2.3 Acceso y distribución de beneficios con relación a la OMC, la UPOV y la OMPI

Los DPI ofrecen un medio para facilitar la distribución de los beneficios resultantes del uso de los recursos genéticos de modo equitativo entre los innovadores y los usuarios de las innovaciones. En tal sentido, la relación entre los regímenes ABS para los recursos genéticos, el conocimiento tradicional y el sistema de DPI ha sido objeto de debate en la OMC y, en particular, en el Consejo de los ADPIC. También, se ha analizado en la UPOV y la OMPI.

El Acuerdo ADPIC dispone revisiones periódicas sobre su implementación y otras revisiones en vista de cualquier nuevo acontecimiento relevante que pudiera justificar la modificación del Acuerdo. Es evidente que existen diferentes opiniones entre los miembros del Consejo de los ADPIC respecto de la existencia de algún conflicto inherente entre el Acuerdo ADPIC y el CDB y, de ser así, sobre cómo debería resolverse.

Una propuesta que se ha hecho en el Consejo de los ADPIC es la enmienda del Acuerdo ADPIC a fin de incorporar el requisito en la legislación nacional en materia de patentes de divulgar el origen de los recursos genéticos y/o del conocimiento tradicional afín en las solicitudes de patentes.

El Artículo 27.3 b) del Acuerdo ADPIC autoriza a los miembros a excluir a plantas y animales, cuando no se trata de microorganismos, de la patentabilidad, así como también los procesos en esencia biológicos para la producción de plantas o animales. Sin embargo, se requiere que los miembros ADPIC protejan a las variedades vegetales, ya sea mediante patentes o un sistema *sui generis*² efectivo, o una combinación de ambos. El Artículo se refiere, en términos generales, solo a un sistema *sui generis* efectivo de protección de las variedades vegetales, y les da a los países la libertad de diseñar su propio sistema *sui generis*, si así lo desean. En la práctica, la mayoría de los países ha basado su protección de las variedades vegetales en el Convenio UPOV, que ofrece la ventaja del reconocimiento mutuo entre todos los miembros UPOV.³ El Convenio UPOV incorpora el principio de libre acceso a las variedades mejoradas para mayor investigación y mejoramiento (exención del mejorador). Según su estructura actual, el modelo UPOV excluiría la imposición del requisito de divulgar el origen de los recursos genéticos como condición para otorgar derechos del obtentor, dado que el Convenio UPOV prohíbe la imposición de condiciones que no sean la novedad, distinción, homogeneidad y estabilidad.

La OMPI es el organismo especializado de las Naciones Unidas dedicado a desarrollar un sistema internacional de propiedad intelectual equilibrado y accesible. En 2000, la Asamblea general de la OMPI estableció un Comité Intergubernamental sobre la Propiedad Intelectual, Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales y Folclore para analizar, entre otras cuestiones, asuntos relacionados con la propiedad intelectual resultantes del contexto del ABS y el conocimiento tradicional. A pedido de la COP 7, se convocó a la OMPI a analizar temas referidos a la relación entre el acceso a los recursos genéticos y los requisitos de divulgación en las solicitudes de patentes. Los resultados del análisis se transmitieron de manera oficial a la COP 8.

7.2.4 FAO y el acceso y la distribución de beneficios

La CRGAA de la FAO, en su undécima reunión ordinaria en 2007, adoptó un Programa de trabajo plurianual que recomendó que “la FAO siguiera concentrándose en el acceso y la puesta en común de los beneficios con respecto a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de forma integrada e interdisciplinaria...”.⁴ Decidió que su “labor en este terreno debía abordarse en una fase temprana de su Programa de trabajo plurianual”. En virtud de esta decisión, la CRGAA consideró políticas y acuerdos a los fines del ABS para los recursos genéticos en su duodécima reunión en 2009. El ABS es una cuestión transversal en la CRGAA, que también aborda los recursos genéticos de los animales de granja, los recursos genéticos de microbios e insectos para la alimentación y la agricultura, los recursos genéticos de los peces y los forestales.

7.3 Avances en el acceso y la distribución de beneficios a nivel nacional y regional

7.3.1 Acceso al germoplasma

No existen cifras confiables respecto de la transferencia de germoplasma a nivel mundial para el período transcurrido a partir de la preparación del Primer Informe. Sin embargo, hay cifras disponibles sobre la adquisición y la distribución de RFAA por intermedio y desde los centros del GICIAI (ver Capítulos 3 y 4).

Hay datos escasos en los informes de países respecto de los flujos reales de RFAA hacia y desde cada país. Etiopía informó que su banco de genes nacional despacha todos los años alrededor de 5 000 muestras a nivel nacional e internacional, y la República Bolivariana de Venezuela informó que ha recibido 64 solicitudes de acceso a RFAA conforme a la Ley de Diversidad Biológica adoptada en 2000.

Dicha información aún no está disponible en las bases de datos públicas, a pesar de que se han hecho avances en el establecimiento de un

sistema de información mundial a nivel de muestras. Diferentes informes de países, por ejemplo, aquellos confeccionados por Azerbaiyán, Nueva Zelandia y Sri Lanka, indicaron que tener acceso a los RFAA conservados en los centros GICIAI era importante, a pesar de que India mencionó una disminución de los RFAA provenientes de centros GICIAI y otros bancos de genes nacionales luego de la entrada en vigencia del CDB. Varios informes de países⁵ indicaron que el acceso a los RFAA a partir de otras fuentes se está dificultando debido, en parte, a la falta de certeza sobre cuestiones como la propiedad y los DPI, y la necesidad de procedimientos más claros.

7.3.2 Beneficios derivados de la conservación y la utilización de los RFAA

Tal como se analiza en el Capítulo 4, aprovechar al máximo los beneficios provistos por el acceso a los RFAA requiere que los países en desarrollo tengan acceso a la capacidad de fitomejoramiento. En cierta medida, dicha capacidad se brinda mediante los programas de mejoramiento de los centros GICIAI, que funcionan en estrecha coordinación con los SNIA a los que atienden. No obstante, existe la necesidad de una mayor capacidad de mejoramiento en muchos países en desarrollo, una necesidad que los nuevos programas, al igual que la Iniciativa GIPB,⁶ están ayudando a abordar. También, se requieren sistemas más integrados en su totalidad a nivel nacional que ofrezcan vínculos efectivos entre la conservación, el mejoramiento y la producción y distribución de semillas a fin de acercar los beneficios a los mismos agricultores, en forma de semillas mejoradas.

7.3.3 Desarrollo de acuerdos sobre acceso y distribución de beneficios a nivel nacional

El Apéndice 1 presenta una visión general del estado de la legislación y las reglamentaciones en materia de ABS. Las secciones a continuación analizan problemáticas y cuestiones más generales.

CAPÍTULO 7

Recuadro 7.3 Implementar el Sistema multilateral con medidas administrativas: la experiencia de una Parte Contratante

Se ha hecho la siguiente descripción a partir de la experiencia de una de las Partes Contratantes, si bien también refleja la experiencia de varios países. En el ejemplo citado, la responsabilidad de los RFAA se comparte entre las autoridades federales y estatales, y los RFAA también se conservan en instituciones privadas. El punto de contacto a los fines del TIRFAA es el Ministerio Federal de Agricultura. El marco para la implementación del MLS, con inclusión de las actividades tanto de las instituciones gubernamentales como privadas, está provisto por el Programa nacional para recursos fitogenéticos, por un Comité asesor y coordinador y por el Inventario nacional de recursos fitogenéticos.

Como **primera medida** en la implementación del MLS, se brindó información sobre el sistema a todas las partes interesadas relevantes, tanto de los sectores público como privado, con inclusión de la preparación de notas explicativas sobre el ANTM y preguntas más frecuentes. Se informó a las instituciones públicas y privadas respecto del ANTM y de los derechos y las obligaciones que surgen a partir de su uso. También, se alentó al sector privado a realizar pagos voluntarios cuando un producto que incorpore material, al que se tuvo acceso mediante el MLS, se comercialice sin restricciones.

Como **segunda medida**, las colecciones existentes de RFAA del Anexo 1 se analizaron frente a los criterios de 'administración y control' gubernamentales. Como resultado de este análisis:

- se instruyó a las colecciones en control directo del Ministerio Federal a introducir el ANTM;
- se solicitó a las colecciones en control de las autoridades estatales y/o locales que introdujeran el ANTM;
- se invitó al resto de las colecciones (mixtas, privadas) a introducir el ANTM.

La **tercera medida** consistió en la identificación del material del Anexo 1 en los bancos de genes de dominio público, con exclusión tanto del material conservado en acuerdos de caja negra (*black-box*), por ejemplo, y variedades protegidas, que están disponibles para mayor investigación y mejoramiento por parte de los mejoradores individuales.

La cuarta y **última medida** consistió en incluir el material identificado formalmente en el MLS e identificar dicho material en los bancos de datos mediante una marca MLS.

El estudio del caso enseña lo siguiente a partir de la experiencia nacional:

- Es importante que las autoridades respectivas cuenten con información temprana e integral de las partes interesadas relevantes a los fines de la implementación nacional del MLS y el ANTM.
- Debería utilizarse la 'infraestructura' existente para la cooperación, como un programa nacional para los RFAA con un comité nacional de coordinación y un inventario nacional (un sistema de documentación), tanto como sea posible.
- El texto del ANTM no es explicativo en sí mismo, especialmente para los usuarios que no hablan los idiomas oficiales de las Naciones Unidas. Se requiere asistencia de expertos que brinden orientación y/o traducciones de cortesía al idioma nacional. Las notas explicativas, las preguntas frecuentes, y otras observaciones son útiles para facilitar la implementación del MLS y del ANTM a nivel nacional.
- Podrían resultar útiles las directrices generales sobre cómo incluir el material en el MLS a nivel de colecciones (por ejemplo, la identificación de muestras de dominio público).

7.3.3.1 *Problemas y enfoques generales a nivel nacional*

Un obstáculo para regular el acceso a los recursos genéticos y lograr una distribución justa y equitativa de los beneficios ha sido la naturaleza de dichos recursos y las dificultades para establecer derechos sobre ellos. Estas dificultades se originan en la naturaleza intangible de los recursos genéticos, en comparación con los recursos biológicos físicos.⁷

Tradicionalmente, la propiedad de los recursos genéticos, siempre que se reconozca dicha propiedad, se ha vinculado a la propiedad del recurso biológico, como el trigo en los campos de los agricultores o las muestras en los bancos de genes *ex situ*. La propiedad de los recursos genéticos intangibles *per se* fue reconocida solo cuando estos fueron la consecuencia de un acto de creación, como por ejemplo, mediante el otorgamiento de un DPI sobre nuevas variedades vegetales resultantes de procesos de mejoramiento. El TIRFAA evita por completo la cuestión de la propiedad y se concentra en términos relacionados con el acceso y disposiciones sobre la distribución de los beneficios.

El reconocimiento de la soberanía nacional sobre los recursos genéticos implica que los países tienen la facultad de administrar dichos recursos y de regular el acceso a estos, pero no aborda la cuestión de la propiedad *per se*. Si bien en muchos países la propiedad legal de los recursos genéticos aún se rige por la propiedad de la tierra y los recursos biológicos de tales tierras, cada vez más países están afirmando la propiedad independiente de los recursos genéticos por parte del Estado. La Decisión 391 de la Comunidad Andina, por ejemplo, establece que los recursos genéticos son propiedad o patrimonio de la Nación o del Estado. El Artículo 5 de la Proclamación de Etiopía N.º 482 de 2006 establece que "the ownership of genetic resources shall be vested in the state and the Ethiopian people (la propiedad de los recursos genéticos será del Estado y del pueblo de Etiopía)". Las consecuencias prácticas de estas reclamaciones de propiedad aún son inciertas.

Otro obstáculo a menudo mencionado por los países en sus informes (más de 35 naciones) es la ausencia de la capacidad necesaria multidisciplinaria de índole científica, institucional y legal para desarrollar un sistema satisfactorio de ABS, dadas las dimensiones

interrelacionadas en cuanto al acceso, la distribución de los beneficios, los derechos de la comunidad local y el conocimiento tradicional, y los problemas afines de propiedad intelectual y desarrollo económico.⁸

Otras dificultades comprenden la superposición de competencias de los distintos ministerios. La implementación del TIRFAA, por ejemplo, en general requiere la coordinación entre el ministerio responsable de las políticas agrícolas y el responsable de las cuestiones medioambientales, así como también la coordinación con los ministerios responsables del comercio, la tierra, los bosques y los parques nacionales en los que está involucrado el acceso a los RFAA *in situ*.

En el caso de los estados federales o los sistemas descentralizados de gobierno, la asignación de responsabilidades entre un gobierno central o federal y sus estados, regiones o provincias individuales también puede plantear una dificultad. En Malasia, por ejemplo, los problemas generados por la división de responsabilidades entre las autoridades estatales y federales respecto de los recursos genéticos se identifican, en específico, en la Política Nacional de Diversidad Biológica de 1998 (párrafos 16-20). El informe de país de Malasia establece que, si bien se está desarrollando legislación nacional sobre ABS, los estados de Sabah y Sarawak tuvieron procesos propios que resultaron en dos leyes estatales en esta materia. En Australia, el Gobierno nacional y los estados están debatiendo acerca de la manera en que Australia habrá de implementar el TIRFAA. En Brasil, la competencia sobre los recursos genéticos se comparte a nivel federal y estatal, y se han sancionado leyes estatales sobre el acceso a los recursos genéticos⁹. El gobierno federal es responsable de establecer normas y otorgar permisos de importación y exportación.

7.3.3.2 *Implementación nacional y regional del acceso y la distribución de beneficios según el TIRFAA*

Colocación de los RFAA en el MLS: a la fecha, las principales colecciones incorporadas de modo formal al MLS son aquellas conservadas por instituciones internacionales que han firmado acuerdos con el órgano rector del TIRFAA.¹⁰

En lo que respecta a las colecciones nacionales, el Artículo 11.2 del TIRFAA dispone que los RFAA de los cultivos y las forrajeras enumerados en su Anexo 1,

CAPÍTULO 7

y que están bajo la administración y el control de las Partes Contratantes y son de dominio público, deben incluirse de manera automática en el MLS. Otros titulares de RFAA enumerados en el Anexo 1 también están invitados a incorporarlos al MLS, y las Partes Contratantes acuerdan adoptar las medidas necesarias para alentarlos a hacerlo. Si bien el TIRFAA en sí no impone clara y explícitamente la obligación a las Partes Contratantes de difundir información sobre el material incluido de modo automático o voluntario en el MSL, es evidente que la accesibilidad de dicho material dependerá, en la práctica, de la información relevante que se encuentre disponible. Para este fin, la Secretaría del TIRFAA ha solicitado de manera formal a las Partes Contratantes que suministren información sobre los materiales dentro del MLS en su jurisdicción.¹¹ La información actualizada sobre las muestras incluidas en el MLS está disponible en la Secretaría del TIRFAA.¹² Muchos países, tanto desarrollados como aquellos en desarrollo, así como también países con economías en transición, han proporcionado información sobre el material dentro del MLS.¹³ El material comprende algunos RFAA conservados por instituciones privadas como por ejemplo, al menos dos asociaciones privadas de mejoradores de Francia.¹⁴ El EURISCO, catálogo europeo de las colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos, se ha adaptado para incorporar la inclusión de cada muestra dentro del MLS.

En virtud de la información disponible, surgen diferencias de interpretación con relación a los criterios "bajo la administración y el control de las Partes Contratantes" y "de dominio público". Es posible que esta cuestión deba remitirse al órgano rector para su aclaración. Mientras tanto, al parecer, los gobiernos están haciendo uso generalizado de sus facultades persuasivas a fin de alentar a los titulares de las colecciones no gubernamentales de los RFAA del Anexo 1 a colocar sus colecciones en el MLS.¹⁵

Implementación del MLS mediante medidas administrativas: a la fecha, muchos países están optando por implementar el MLS del TIRFAA con medidas administrativas, en lugar de adoptar nuevas leyes nacionales. Este es el caso, por ejemplo, de Alemania y de los Países Bajos. La implementación del MLS en Alemania ilustra el tipo de medidas administrativas adoptadas.

Implementación del MLS por medio de medidas legislativas: si bien algunos países consideran que el MLS

puede implementarse solo con medidas administrativas, otros países se han encontrado con la necesidad de tomar medidas legislativas más formales a fin de proporcionar un ámbito legal donde pueda funcionar la implementación, establecer autoridad legal para la aplicación del sistema y/u ofrecer certidumbre legal respecto de los procedimientos a seguir.

La necesidad de brindar un ámbito legal puede ocurrir en los casos en que ya existe normativa para la implementación de los procedimientos ABS conforme al CDB. La medida legislativa, en este contexto, puede limitarse al reconocimiento de que el ABS según el MLS debería seguir procedimientos diferentes y simplificados, y dejar que dichos procedimientos se definan a través de medidas administrativas u otras medidas legislativas o, de otra manera, formaría parte de los procedimientos detallados aplicables, tal como sucede con otros recursos o usos genéticos. La legislación de Etiopía es otro ejemplo del primer enfoque, en el que la legislación dispone que el acceso a los recursos genéticos en virtud del MLS debe hacerse de conformidad con el procedimiento especificado en el MLS y de acuerdo con las reglamentaciones futuras a emitirse en la materia.¹⁶ Hasta la fecha no hay instancias de legislación nacional que establezcan procedimientos detallados para tratar el ABS conforme al MLS. Sin embargo, se sabe que numerosos países están analizando, o se encuentran en el proceso de redactar, este tipo de normativa, ya sea como parte de legislación independiente sobre RFAA o en el contexto de legislación nacional sobre los recursos genéticos en general.¹⁷

Cooperación regional en la implementación del MLS: ya se ha hecho referencia a las iniciativas regionales en la implementación del ABS. Muchas regiones también están adoptando medidas cooperativas para la implementación del MLS. Una de estas iniciativas es de la Organización Árabe para el Desarrollo Agrícola (OADA) con el apoyo de la FAO y Bioversity International para el desarrollo de directrices y legislación modelo sobre la implementación del TIRFAA y su MLS en los países de la región del Cercano Oriente. Un taller de trabajo realizado en El Cairo en marzo/abril de 2009 acordó protocolo para el desarrollo de directrices y su implementación en ciertos países de la región.

Un segundo ejemplo es la iniciativa europea para establecer el AEGIS. Este sistema, que se ha desarrollado dentro del marco del ECPGR, dispondría el establecimiento de

una colección europea que consiste en ciertas muestras designadas por los países individuales. El material designado como parte de la colección europea continuaría conservándose en los bancos de genes individuales involucrados, pero se mantendría conforme a las normas de calidad acordadas y sería de libre disponibilidad dentro y fuera de Europa, en virtud de los términos y las condiciones establecidas en el TIRFAA, mediante el uso del ANTM. Al hacerlo, los países planean compartir responsabilidades relacionadas con la conservación y la utilización sostenible de los RFAA y, de este modo, desarrollar un sistema regional más eficiente en Europa. Pueden designarse como parte de la colección europea¹⁸ tanto materiales del Anexo 1 como aquellos no enumerados en dicho Anexo.

Una tercera iniciativa regional es aquella que se está desarrollando en la región del Pacífico, donde los países de las Islas del Pacífico han acordado que el material enumerado en el Anexo 1 se encuentre disponible por intermedio de su banco de genes regional, CePaCT, dirigido por la SPC. La SPC está en el proceso de cerrar un acuerdo con el órgano rector conforme al Artículo 15.5 del TIRFAA para someter la colección regional de germoplasma al alcance del TIRFAA.

Acceso y disponibilidad de RFAA en virtud del MLS: el Cuadro 7.1 brinda información sobre los índices de adquisición y distribución de los centros GCIAl durante los primeros siete meses de funcionamiento del sistema, según lo informado a su órgano rector en la segunda reunión de 2007.¹⁹ Se ha brindado más información sobre la adquisición y la distribución de los centros GCIAl durante el año iniciado el 1 de agosto de 2007, según lo mencionado durante la tercera reunión del órgano rector.²⁰ El 74 por ciento de los materiales se distribuyó a países en desarrollo y un seis por ciento, a países desarrollados.

Hasta la fecha aún hay escasa información cuantificable sobre el flujo del germoplasma desde fuentes nacio-

nales, a pesar de que es evidente que está circulando en la actualidad una mayor cantidad de RFAA conforme al MLS. En particular, se entiende que varios países, como Alemania, Canadá, Egipto, Países Bajos, los países nórdicos, la República Árabe Siria y la República Islámica del Irán, actualmente están distribuyendo de modo generalizado materiales del Anexo 1, conforme al ANTM. El informe de la Secretaría del TIRFAA a la tercera reunión del órgano rector sobre la implementación del MLS también brinda información sobre los materiales puestos a disposición en situaciones catastróficas de emergencia durante la última década,²¹ aproximadamente.

7.3.3 Implementación nacional y regional del acceso y la distribución de beneficios según al Convenio sobre la Diversidad Biológica

La implementación del ABS no requiere necesariamente la adopción de un marco legislativo. De hecho, la cantidad de instrumentos nacionales que implementan el ABS conforme al CDB es aún bastante limitada. Varios países, en particular los desarrollados, tienden a favorecer la estrategia del uso de políticas administrativas y establecen pocas o nulas condiciones legales o reglamentarias para el acceso a los recursos genéticos, más allá de aquellas inherentes a las leyes de propiedad (tanto inmobiliarias como intelectuales), el derecho contractual, las leyes de protección forestal y vida silvestre y/o conforme a acuerdos internacionales como el TIRFAA. La Declaración Ministerial sobre Acceso y Derechos a los Recursos Genéticos en los Países Nórdicos²² de 2003 es un ejemplo de este enfoque.

Sin embargo, la cantidad de leyes que regulan el ABS está aumentando. Hasta febrero de 2010, la base de datos del CDB sobre medidas ABS²³ enumeró 32 países²⁴ que contaban con cierta legislación o reglamenta-

CUADRO 7.1

Experiencia de los centros GCIAl con el ANTM del 1° de enero al 31 de julio de 2007 (primer renglón) y del 1° de agosto de 2007 al 1° de agosto de 2008 (segundo renglón)

Adquisiciones	Transferencias de RFAA en bruto	Transferencias de RFAA en desarrollo	Total de transferencias	Envíos	Países	Rechazos
3 988	38 210	48 848	97 669	833	155	3
7 264	95 783	348 973	444 824	3 267	-	0

CAPÍTULO 7

ciones en materia de ABS, de los cuales 22 adoptaron nuevas leyes o normativas a partir del año 2000. Las leyes forman parte o bien de la legislación general sobre el medio ambiente o bien se trata de legislación independiente sobre biodiversidad o recursos genéticos.

En su mayoría, las leyes ABS tienden a redactarse principalmente para cubrir cuestiones planteadas por la prospección biológica *in situ*, con inclusión, en particular, del acceso a los recursos genéticos y al conocimiento tradicional afín de las comunidades indígenas y locales, a pesar de que la legislación también se aplica, a veces de modo expreso, al acceso a los recursos genéticos en condiciones *ex situ*.

En lo que respecta a los regímenes de acceso, las disposiciones de las legislaciones nacionales son bastante uniformes y requieren la solicitud, ante una autoridad central, de un permiso para acceder a los recursos genéticos y al conocimiento local afín, con consentimiento fundamentado previo de la autoridad nacional y de los propietarios o comunidades autóctonas y locales donde el acceso habrá de brindarse, y de acuerdos para la distribución de beneficios tanto con la autoridad central como con las comunidades autóctonas o locales involucradas. Cada vez en más países²⁵ se ha hecho una distinción entre el acceso con fines de investigación y el acceso con fines comerciales, a pesar que el límite es muy difícil de establecer. Cuando la utilización cambia después de la investigación inicial, se requiere un nuevo acuerdo ABS, aunque muchos innovadores dudan en acceder a los recursos genéticos si deben renegociar el ABS en cuanto aparece un producto rentable.

Muchos países no tienen implementada una legislación o políticas sobre ABS a nivel nacional, y un tema constante en numerosos informes de países en desarrollo es la necesidad de elaborarlas.²⁶ No es posible describir todos los aspectos de los acuerdos nacionales con respecto al ABS. Esta sección, por lo tanto, se concentra en las siguientes cuatro cuestiones: acuerdos sobre la distribución de beneficios, conocimiento tradicional y los derechos de las comunidades indígenas y locales, así como también la cooperación regional y el cumplimiento.

Acuerdos sobre la distribución de beneficios: en general, existen pocos ejemplos, si los hay, de leyes y políticas reconocidas de manera generalizada como exitosas en la generación de beneficios tangibles y que podrían ser un modelo para otros países.²⁷ La mayoría de los países con acuerdos ABS vigentes tienen flexibilidad respec-

to de la naturaleza real de los beneficios. Todo ello está de acuerdo con la idea central de los estudios recientes, que indican amplias divergencias en las prácticas e intereses involucrados en los distintos sectores que dependen del acceso a los recursos genéticos.²⁸ Es evidente la necesidad de mejor información de mercado sobre la valoración de los recursos genéticos utilizados en los distintos sectores. La legislación reciente en algunos países de América Latina, sin embargo, parece adoptar un enfoque distinto, que exige porcentajes fijos de pagos a realizarse conforme a los acuerdos para la distribución de beneficios, además de los beneficios no monetarios.

Costa Rica, por ejemplo, requiere que hasta el 10 por ciento del presupuesto para investigación y prospección biológica, y hasta el 50 por ciento de las regalías obtenidas de la comercialización sean abonadas por el solicitante (los importes reales se acuerdan por anticipado). Conforme a los acuerdos de consentimiento fundamentado previo celebrados en el período 2004-2006 entre el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), como proveedor, y el Instituto Nacional de Biodiversidad, como usuario, el SINAC obtuvo beneficios monetarios de aproximadamente 38 387 USD, de los cuales el 89,3 por ciento resultó del porcentaje del presupuesto de investigación y el 10,7 por ciento del porcentaje de las regalías.

Perú requiere que el acuerdo ABS prevea un pago monetario inicial, o un equivalente, a los proveedores de conocimiento tradicional, que se aplica al desarrollo sostenible y que no debe ser menor al cinco por ciento del valor bruto de las ventas de productos desarrollados a partir de la utilización directa o indirecta de dicho conocimiento. Un porcentaje no menor al 10 por ciento del valor bruto de las ventas de aquellos productos también debe abonarse al Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.²⁹

Conocimiento tradicional y derechos de las comunidades indígenas y locales: muchos nuevos actos normativos ABS dan un reconocimiento específico a los derechos de los titulares de conocimiento tradicional o comunitario. Los ejemplos comprenden la legislación modelo africana,³⁰ una proclamación de Etiopía³¹ y una ley en Perú. Un nuevo enfoque ha sido el de establecer el registro del conocimiento tradicional y la toma de medidas contra los actos de apropiación indebida. En Perú, esto se hace mediante la difusión de la información sobre los derechos registrados a las oficinas de patentes de todo el mundo y la toma de medidas legales para

oponerse a DPI otorgados por invenciones basadas en el conocimiento tradicional apropiado de modo indebido.³² Una nueva ley en Portugal establece el registro de las variedades locales y demás material autóctono y del conocimiento tradicional afín, desarrollados de manera no sistemática por las poblaciones locales.³³ El registro permite la distribución de los beneficios y un cierto nivel de protección contra la apropiación indebida. También implica la correspondiente responsabilidad de los titulares de los derechos en cuanto a un mantenimiento *in situ* constante del material de siembra registrado.

Cooperación regional en la implementación del ABS: la Conferencia de las Partes del CDB ha resaltado, en repetidas oportunidades, la importancia de la cooperación regional respecto del ABS.³⁴ Se han realizado varias iniciativas a nivel regional en este sentido. Los ejemplos son: la Decisión 391 de la Comunidad Andina de 1996, que establece un régimen común sobre el acceso a los recursos genéticos; el acuerdo marco de la ASEAN sobre el acceso a los recursos biológicos y genéticos de 2000; y la legislación modelo africana que protege los derechos de las comunidades locales, los agricultores y los mejoradores, y regula el acceso a los recursos biológicos (la legislación modelo de la OUA - Organización de la Unidad Africana, ahora Unión Africana), también de 2000. Cada una de estas iniciativas regionales toma como punto de partida los derechos de soberanía de los Estados sobre sus recursos genéticos, y establece principios básicos para el acceso a los recursos genéticos, con inclusión del consentimiento fundamentado previo de los gobiernos nacionales que brindan acceso, y de las comunidades locales involucradas, según las Directrices de Bonn adoptadas en 2001. La legislación modelo de la OUA aborda en mayor detalle los derechos de las comunidades locales y los derechos de los agricultores y, además, trata los derechos del obtentor. Tanto la legislación modelo de la OUA como el acuerdo marco de la ASEAN adoptan la forma de directrices para el establecimiento de regímenes ABS por parte de los gobiernos nacionales de la región; sin embargo, ningún país africano ha sancionado aún leyes basadas en el modelo OUA. La Decisión 391 de la Comunidad Andina, por otro lado, requiere que cada miembro sancione leyes compatibles con dicha normativa. En la medida en que las iniciativas regionales establezcan procedimientos detallados para el ABS basado en un modelo bilateral, es posible que también surja la necesidad de

que las Partes del TIRFAA consideren revisarlos a fin de tomar en cuenta el MLS del ABS establecido por el TIRFAA.

Cumplimiento: uno de los problemas que enfrentan los regímenes ABS a nivel nacional ha sido la dificultad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de las condiciones establecidas para la utilización de los recursos genéticos, en especial una vez que se ha accedido al material y este ha salido del país. Adoptar medidas legales para exigir el cumplimiento de las condiciones acordadas del ABS en tribunales extranjeros es muy costoso, y es posible que exceda los recursos de muchos países. El recurso legal puede ser necesario no solo cuando se ha accedido a recursos genéticos en contravención de la legislación nacional o estos se han utilizado de modo opuesto a las condiciones acordadas, sino también cuando, luego de la investigación inicial, el material se utiliza para fines que no están cubiertos por el acuerdo original, como la explotación comercial. Debido en parte a estas razones, se concibió en el ANTM el rol de la tercera parte beneficiaria en virtud del MLS establecido de conformidad con el TIRFAA.³⁵

Si bien la cuestión del cumplimiento es aún compleja, la propuesta de un certificado de origen/fuente/procedencia legal es uno de los enfoques sugeridos en los foros internacionales como una forma de satisfacer, al menos, algunas de las inquietudes. De todas maneras, su viabilidad es aún incierta. La exigencia de un certificado tal se ha tenido en cuenta en la legislación ABS de distintos países en desarrollo, por ejemplo, Costa Rica y Panamá.

La divulgación de los requisitos de origen se ha sancionado en la legislación de patentes de distintos países europeos, con inclusión de Alemania, Bélgica, Dinamarca, Noruega, Suecia y Suiza.

7.4 Los derechos de los agricultores conforme al TIRFAA

El TIRFAA aborda la problemática de la realización de los derechos de los agricultores, un concepto surgido originariamente de las interpretaciones del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Al reconocer que la responsabilidad de realizar los derechos de los agricultores recae en los gobiernos nacionales, el Artículo 9 del TIRFAA convoca a las Partes Contratantes a adoptar medidas pertinentes para proteger y promover tales derechos. Por primera vez en un instrumento internacional, se

CAPÍTULO 7

aclarar el ámbito posible de los derechos de los agricultores, incluyendo: la protección del conocimiento tradicional relevante para los RFAA; el derecho de los agricultores a la distribución equitativa de los beneficios resultantes de su utilización; y su derecho de participación en la toma de decisiones, a nivel nacional, en lo que respecta a cuestiones afines a la conservación y la utilización sostenible de los RFAA. El TIRFAA no establece limitaciones sobre ningún derecho de los agricultores a guardar, usar, intercambiar y vender semillas conservadas en la finca/material de propagación, conforme al derecho nacional.

Los debates recientes sobre la implementación de los derechos de los agricultores se concentran en la diferencia entre el enfoque de la 'propiedad' y el enfoque de la 'administración'. El primero hace énfasis en el derecho de los agricultores de que se los premie por el material genético obtenido en sus campos y utilizado en variedades comerciales; mientras que el segundo se concentra en los derechos que los agricultores deben tener a fin de permitirles que continúen desempeñándose como administradores e innovadores de la agrobiodiversidad. Ambos enfoques se reflejan con claridad en el estado actual de la implementación nacional de los derechos de los agricultores, tal como se describe en el Capítulo 5.

La tercera reunión del órgano rector del TIRFAA, realizada en Túnez en 2009,³⁶ revisó el estado de implementación del Artículo 9 del TIRFAA en lo que respecta a los derechos de los agricultores. Dado que las Partes Contratantes solo realizaron unas pocas presentaciones que describían el estado de la implementación, se le solicitó a la Secretaría del TIRFAA que convocase a cursos prácticos a nivel regional sobre derechos de los agricultores para analizar las experiencias nacionales al implementar dicho artículo.

7.5 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el Estado mundial

Desde que se publicó el Primer Informe, ha existido gran actividad respecto del desarrollo de marcos legales y normativos a nivel internacional y nacional a los fines del ABS. Se ha progresado menos en el ámbito de la implementación de los derechos de los agricultores, en general. Entre los principales cambios ocurridos en estos aspectos se encuentran los siguientes.

- Tal vez, el desarrollo de mayor alcance ha sido la entrada en vigencia del TIRFAA en 2004. Este tratado internacional establece un MLS del ABS que facilita el acceso a los RFAA de los cultivos y forrajeras más importantes para la seguridad alimentaria; hasta febrero de 2010, la cantidad de partes del TIRFAA ascendía a 123.
- Las Partes Contratantes del CDB han iniciado negociaciones a fin de desarrollar un régimen internacional sobre el ABS. Estas se han programado para finalizar antes de la décima reunión de la Conferencia de las Partes de 2010.
- También se están realizando debates sobre ciertas cuestiones afines al ABS en otros foros, como el Consejo de los ADPIC, la OMPI y la OMS.
- La CRGAA de la FAO adoptó un Programa de trabajo plurianual en 2007 y recomendó que "la FAO siguiera concentrándose en el acceso y la puesta en común de los beneficios con respecto a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura de forma integrada e interdisciplinaria...", con inclusión de los RFAA y los recursos genéticos de animales de granja, microbios e insectos beneficiosos, peces y especies forestales.
- En febrero de 2010, la base de datos del CDB sobre medidas ABS enumeró 32 países que cuentan con legislación o reglamentaciones que abordan el ABS. De estos, 22 han adoptado nuevas leyes o reglamentaciones desde 2000. La mayoría de estas se han desarrollado en respuesta al CDB en lugar del TIRFAA.

7.6 Deficiencias y necesidades

Si bien los logros son muchos, a continuación se presenta una lista de algunas de las áreas que requieren atención.

- A nivel global, aún hay mucho trabajo por hacer en los foros internacionales en cuanto a la definición de un régimen internacional e integral del ABS. Cualquier nuevo régimen internacional debe tener en cuenta las necesidades específicas del sector agrícola y demás sectores.
- Si bien los requisitos especiales de los RFAA se establecen en el TIRFAA, aún existe trabajo pendiente a fin de sensibilizar a los gobiernos acerca de la importancia del TIRFAA y de fomentar una mayor participación en el tema.

- Muchos países han expresado la necesidad de asistencia, tanto en cuanto a asesoramiento como para crear capacidad para implementar el TIRFAA y su MLS para el ABS. También se requiere asistencia para garantizar una interacción adecuada entre el TIRFAA y el CDB.
 - Existen potenciales dificultades para implementar el ABS en el caso de materiales hallados en condiciones *in situ*, incluso cuando ese material se encuentre dentro del ámbito del MLS.
 - Se necesita una coordinación más sólida para el desarrollo de políticas, legislación y reglamentaciones entre los distintos ministerios, gobiernos estatales, regionales o provinciales y demás instituciones responsables de distintos aspectos de los RFAA.
 - Varios países han expresado la necesidad de asistencia a fin de desarrollar políticas, legislación, reglamentaciones y medidas prácticas para implementar los derechos de los agricultores. Si bien algunos países están experimentando en esta área, a la fecha no existen modelos probados que pudieran adoptarse de modo generalizado. Los ejemplos existentes de dicha legislación deben evaluarse y debe haber información disponible con relación a su eficiencia y a cómo funcionan en la práctica.
 - Una forma de realizar los derechos de los agricultores es mediante la puesta a disposición de variedades mejoradas. El fitomejoramiento y los sistemas de distribución de semillas deben fortalecerse, y debe prestarse mayor atención a las necesidades y circunstancias de los agricultores con bajos recursos, los guardianes de una gran parte de la diversidad genética. Los sistemas de reglamentación también deben poder responder a las necesidades de los agricultores.
- ² El término *sui generis* se utiliza en el sentido legal, como un instrumento diseñado para un fin específico; en este caso, se trata de un instrumento legal específicamente diseñado para proteger las variedades vegetales.
- ³ Artículo 5.2 del Convenio internacional para la protección de las obtenciones vegetales de 1961, según las revisiones de 1972, 1978 y 1991.
- ⁴ **CRGAA-11/07/Informe.** Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/014/k0385e.pdf>.
- ⁵ Informes de países: España, Marruecos, Nepal, Sri Lanka y Uruguay.
- ⁶ Disponible en <http://km.fao.org/gipb/>.
- ⁷ **Young, T.** 2004. *Legal issues regarding the international regime: objectives, options and outlook.* En Carriosa, S., Brush, S., Wright, B. y McGuire, P. (redactores). *Accessing Biodiversity and Sharing the Benefits: Lessons from Implementing the Convention on Biological Diversity.* Política ambiental y documento sobre derecho de la UICN N.º 54, 2004, págs. 271-293.
- ⁸ La FAO y Bioersivity International ya están ofreciendo cierta asistencia conforme al programa conjunto de asistencia a los países que la solicitan en la implementación del TIRFAA y su MLS. Ver ftp://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/noti/NCP_GB3_JIP1_e.pdf.
- ⁹ Por ejemplo, la ley del Estado de Acre, Acceso a recursos genéticos lei estatal de 1997, y la ley del Estado de Amapá sobre el acceso a los recursos genéticos de 1997.

Bibliografía

¹ El Artículo 13.6 requiere que las Partes Contratantes consideren las modalidades de una estrategia de contribuciones voluntarias a la distribución de beneficios de las industrias de elaboración de alimentos que se benefician de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

¹⁰ Estos incluyen 12 centros GCIAl que cuentan con colecciones en fideicomiso, el CATIE, la colección de cocos de la COGENT para África y el Océano Índico, la colección de cocos de la COGENT para el Pacífico sur, y el depósito de recursos genéticos mutantes de la División mixta FAO/OIEA. Se prevé la celebración de acuerdos en el futuro cercano con International Cocoa Genebank de la Universidad de las Indias Occidentales

CAPÍTULO 7

- y la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC).
- ¹¹ Notificación de la Secretaría del TIRFAA con fecha 11 de junio de 2008. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/noti/csl806e.pdf>.
- ¹² Disponible en http://www.planttreaty.org/inclus_en.htm.
- ¹³ Op. cit. Nota al pie 12.
- ¹⁴ Revisión de la implementación del MLS, FAO Doc. IT/GB-3/09/13.
- ¹⁵ Informes de países: Alemania y Países Bajos. También se informó que el Reino Unido ha alentado con éxito a instituciones con apoyo del gobierno a incorporar sus colecciones al MLS.
- ¹⁶ Etiopía, Proclamación N.º 482/2006 sobre el Acceso a los recursos genéticos y al conocimiento de la comunidad, y derechos de la comunidad, 2006, Artículo 15. La proclamación establece un permiso de acceso especial.
- ¹⁷ Informes de países: Marruecos, República Árabe Siria y Sudán.
- ¹⁸ Para mayor información sobre el AEGIS, ver http://www.ecpgr.cgiar.org/AEGIS/AEGIS_home.htm.
- ¹⁹ Experiencia de los centros GCIAl en cuanto a la implementación de acuerdos con el órgano rector, con referencia particular al ANTM, FAO Doc. IT/GB-2/07/Inf. 11.
- ²⁰ *Experience of the International Agricultural Research Centres of the CGIAR with the Implementation of the Agreements with the Governing Body, with particular reference to the use of the SMTA for Annex 1 and Non-Annex 1 Crops*, FAO Doc. IT/GB-3/09/Inf. 15.
- ²¹ Revisión de la implementación del MLS, FAO Doc. IT/GB-3/09/13.
- ²² Disponible en <http://www.norden.org/pub/miljo/jordogskov/sk/ANP2004745.pdf>.
- ²³ Disponible en <http://www.cbd.int/abs/measures.shtml>.
- ²⁴ Informes de países: Afganistán, Argentina, Australia, Bhután, Brasil, Bulgaria, Camerún, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Etiopía, Filipinas, Gambia, Guatemala, Guyana, India, Kenya, Malawi, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Portugal, Sudáfrica, Uganda, Vanuatu, Venezuela (República Bolivariana de) y Zimbabwe.
- ²⁵ Informes de países: Bhután, Brasil, Bulgaria, Costa Rica, Etiopía, Filipinas y Malawi.
- ²⁶ Informes de países: Afganistán, Albania, Argelia, Armenia, Dominica, Federación de Rusia, Fiji, Ghana, Jordania, Líbano, Madagascar, Malawi, Malasia, Mali, Marruecos, Namibia, Nepal, Nigeria, Omán, Pakistán, Palau, República Democrática Popular Laos, República Dominicana, República Unida de Tanzania, Tailandia, Tayikistán, Trinidad y Tobago, Uruguay, Viet Nam y Zambia.
- ²⁷ Op. cit. Nota al pie 7, pág. 275.
- ²⁸ Por ejemplo, **Laird, S. y Wynberg, R.** 2008. *Study on access and benefit-sharing arrangements in specific sectors*, PNUMA/CDB/GT-ABS/6/INF/4/Rev. 1. Documento presentado en la sexta reunión del Grupo de trabajo especial de composición abierta sobre el acceso y la distribución de beneficios, Ginebra, del 21 - 25 de enero de 2008.
- ²⁹ Ley N.º 27811 de agosto de 2002, Artículos 8 y 27 c).
- ³⁰ Legislación modelo africana para proteger los derechos de las comunidades locales, los agricultores y los mejoradores y para regular el acceso a los recursos biológicos, Ley modelo de la OUA, Argelia, 2000. Disponible en http://www.opbw.org/nat_imp/model_laws/oua-model-law.pdf.
- ³¹ Proclamación N.º 482/2006 sobre el Acceso a los recursos genéticos y al conocimiento de la comunidad, y derechos de la comunidad.
- ³² La ley N.º 27811 establece un régimen de protección para el conocimiento colectivo de los pueblos indígenas con relación a los recursos biológicos, 2002.

³³ Decreto-Ley N.º 118/2002.

³⁴ Por ejemplo, las decisiones II/11 y III/15 de la COP.

³⁵ La función principal de la tercera parte beneficiaria es iniciar los procedimientos para la resolución de diferencias conforme al ANTM, cuando sea necesario, a fin de proteger los intereses del MLS. Sin embargo, el concepto surgió originariamente durante las ne-

gociaciones del ANTM, en parte debido a las inquietudes de los países en desarrollo de contar con un mecanismo internacional que garantizase el cumplimiento de los términos y las condiciones del ANTM.

³⁶ **FAO.** 2009. Informe del órgano rector del TIRFAA, tercera reunión. Túnez, Túnez, 1-5 de junio de 2009. IT/GB-3/09/Informe.



Capítulo 8

La contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible

8.1 Introducción

En las últimas décadas, la agricultura experimentó grandes cambios como resultado de los avances tecnológicos y de las necesidades y los deseos cambiantes de los seres humanos. Por un lado, el rendimiento por unidad de área aumentó de manera considerable debido a la combinación de variedades de cultivos mejoradas y a un mayor uso de insumos externos.¹ Por otro lado, hubo una demanda apremiante de tierras para usos distintos a la producción de alimentos, así como crecientes preocupaciones sobre la sostenibilidad y la seguridad de algunas prácticas modernas.

A pesar de los avances en la producción de alimentos, la inseguridad alimentaria y la malnutrición aún son un mal generalizado. Las cifras más recientes de la FAO indican que, en el año 2009, había alrededor de 1 000 millones de personas crónicamente hambrientas en el mundo, un aumento de alrededor de 200 millones desde la Cumbre Mundial sobre la Alimentación en 1996. Se calcula que la cantidad de hambrientos aumentó más de 100 millones solamente debido a la crisis de precios de los alimentos de 2007-2008. La mayoría de las personas más perjudicadas (alrededor del 75 por ciento) viven en áreas rurales de países en desarrollo y dependen de manera directa o indirecta de la agricultura como principal medio de subsistencia. Para satisfacer la demanda de alimentos de los 9 200 millones de habitantes que se calcula habrá en 2050, se requerirá un aumento del 70 por ciento de la producción de cultivos mundial, con respecto a los niveles actuales. Una gran parte de este aumento de la productividad deberá provenir del uso de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) a fin de producir variedades de cultivos con mayor rendimiento, más nutritivas, más estables y con mayor ecoeficiencia.

En el año 2000, se adoptó la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, mediante la cual las naciones se comprometieron a formar una nueva asociación mundial para reducir la pobreza extrema y establecer una serie de objetivos con plazos precisos que intentarán alcanzarse para el año 2015, conocidos como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) (ver Recuadro 8.1). Todos los países y todas las principales instituciones internacionales para el desarrollo estuvieron de acuerdo con estos objetivos, dos de los cuales,

Recuadro 8.1 Los Objetivos de Desarrollo del Milenio

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación global para el desarrollo.

en particular, requerirán la conservación y el uso de los RFAA para su consecución: erradicar la pobreza y el hambre y alcanzar la sostenibilidad medioambiental.

El objetivo de este capítulo es analizar la función y la contribución de los RFAA a la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible, el desarrollo económico y la mitigación de la pobreza. El capítulo no examinará, ni interpretará estos cuatro conceptos, ni su complejidad y vinculaciones inherentes. En cambio, evaluará la función de los RFAA en el contexto de algunos de los desafíos emergentes y complejos que la agricultura debe afrontar en la actualidad. A diferencia de los otros siete capítulos, este no tiene una contraparte en el Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* y, por ello, no hay ninguna referencia sobre la cual basarse. Por lo tanto, este capítulo se pretende brindar una reseña general sobre el estado actual de los RFAA con respecto a la agricultura sostenible, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico. Finaliza, además, con un resumen de algunos de los principales cambios que ocurrieron en los últimos años e identifica ciertas deficiencias y necesidades clave para el futuro.

8.2 Desarrollo agrícola sostenible y RFAA

Desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992, y la posterior Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (WSSD) en 2002, el desarrollo sostenible pasó

CAPÍTULO 8

de ser un concepto que se enfocaba principalmente en cuestiones medioambientales a constituir un marco de amplio reconocimiento que intenta equilibrar las preocupaciones económicas, sociales, medioambientales y entre generaciones en la toma de decisiones y en el accionar en todos los niveles.²

En el contexto del desarrollo sostenible en general, los sistemas agrícolas son de extrema importancia. Sin embargo, hay gran preocupación por la falta de sostenibilidad de varias prácticas agrícolas, por ejemplo, el uso abusivo o indebido de productos agroquímicos, agua, combustibles fósiles y otros insumos; la migración de la producción a tierras más marginales y la ocupación de tierras forestales y el mayor uso de monocultivos, variedades más uniformes y un menor uso de la rotación de cultivos. En la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM)³ que se realizó entre 2001 y 2005, se informó que alrededor del 60 por ciento de los ecosistemas estudiados se degradaban o se usaban de manera insostenible, a la vez que las demandas de una población humana en constante expansión, el cambio climático y la creciente demanda de biocombustibles aumentaban la presión sobre las tierras. El uso inteligente de la biodiversidad agrícola, en general, y de los RFAA, en particular, indica el camino a seguir en muchos de estos aspectos interrelacionados. Las siguientes secciones analizan dos aspectos: la función de la diversidad genética en la agricultura sostenible y la de los RFAA en el suministro de servicios ambientales.

8.2.1 Diversidad genética para la agricultura sostenible

Los recursos fitogenéticos son un recurso estratégico y el factor clave de la agricultura sostenible. La relación entre la diversidad genética y la sostenibilidad tiene dos dimensiones principales: en primer lugar, la implementación de diferentes cultivos y variedades y el uso de variedades y poblaciones genéticamente heterogéneas se pueden adoptar como mecanismo para reducir el riesgo y aumentar la estabilidad general de la producción y, en segundo lugar, la diversidad genética es la base para mejorar nuevas variedades de cultivos a fin de superar distintos desafíos.

Una gran cantidad de informes de países expresan su preocupación sobre el creciente uso de variedades genéticamente uniformes y la tendencia a cultivarlas en áreas cada vez más grandes, lo cual genera mayor

vulnerabilidad genética (ver Sección 1.3). Muchos reclaman un mayor uso de diversidad genética para contrarrestar esta situación. Implementar diversidad en el nivel de la finca y del campo ayuda a amortiguar la propagación de nuevas plagas y enfermedades, al igual que las vicisitudes del clima. Por ejemplo, en el caso de las plagas y enfermedades, si bien algunos componentes individuales pueden ser propensos a ellas, existe una gran posibilidad de que otros componentes sean total o parcialmente resistentes o tolerantes. En esas situaciones, el componente resistente o tolerante puede generar cierto rendimiento y así evitar una mala cosecha y, en muchos casos, la diversidad genética también puede reducir de manera considerable la velocidad total de propagación de una enfermedad o plaga. Por lo tanto, las estrategias de producción que incluyen implementar diversidad pueden resultar más estables que los monocultivos de variedades uniformes, porque reducen el riesgo de obtener malas cosechas y requieren menos plaguicidas. También existen datos que indican que la capacidad de explotar variedades heterogéneas de manera más eficiente y eficaz en un entorno determinado puede generar aún mayores rendimientos.

El desarrollo y la producción de variedades de cultivo adecuadas proporcionan uno de los mejores mecanismos para solucionar muchos de los desafíos agrícolas más importantes relacionados con la sostenibilidad. Las variedades que son resistentes a las plagas y a las enfermedades requieren menos aplicaciones de fungicidas e insecticidas; aquellas que compiten mejor con las malezas requieren menos herbicidas; las variedades que usan agua de manera más eficiente pueden generar mayor rendimiento con menor cantidad de agua y las que usan nitrógeno con mayor eficiencia requieren menos fertilizante nitrogenado, con el consecuente ahorro de combustible fósil. Si bien ya existen variedades con muchas de estas características, la situación dista de ser estable. Los entornos agrícolas varían al igual que lo hacen los sistemas de explotación agrícola, surgen nuevas plagas y enfermedades, y la demanda de productos específicos cambia de manera continua. En consecuencia, hay una constante necesidad de hallar nuevas variedades. Una variedad que responde bien en un lugar puede no hacerlo en otro, y una que genera buen rendimiento este año puede quedar destruida por una nueva plaga al año siguiente. A fin de poder adaptar la agricultura a las

condiciones en constante cambio, es necesario que los fitomejoradores desarrollen y mantengan un conjunto de nuevas variedades. La diversidad genética apunta todo el proceso de producir nuevas variedades; es el depósito que le permite a los mejoradores mantener un flujo continuo de materiales genéticos.

Los informes de países citan varios ejemplos del uso de los RFAA para mejorar la resistencia a plagas y enfermedades. Por ejemplo, en Pakistán, se perdieron dos millones de fardos de algodón entre 1991 y 1993 debido a las malas cosechas causadas por el virus del encrespamiento de la hoja del algodón. Luego se identificaron los tipos de algodón resistentes y se los usó para desarrollar nuevas variedades de algodón resistentes al virus, que se adaptaron a las condiciones de crecimiento.⁴ Marruecos pudo distribuir las primeras variedades de trigo duro resistentes a la mosca de los cereales, derivadas de cruza interespecíficas con variedades afines silvestres.⁵ Hay innumerables ejemplos similares, y todos dependen de la existencia de los RFAA y de la capacidad de los fitomejoradores de acceder a ellos y usarlos. Si bien la diversidad genética representa una inmensa cantidad de características potencialmente valiosas, como se indica en otra sección de este informe, esta se encuentra en peligro, y se necesitan esfuerzos especiales para conservarla *in situ* (ver Capítulo 2) y *ex situ* (ver Capítulo 3), así como para generar una fuerte capacidad de uso, en especial, en el mundo en desarrollo (ver Capítulo 4).

8.2.2 Servicios ecosistémicos y RFAA

La agricultura contribuye al desarrollo no solo como actividad económica y fuente de medios de subsistencia, sino también como un importante proveedor de servicios medioambientales.

La Figura 8.1 ilustra las cuatro amplias categorías de servicios provistos por los ecosistemas:

- provisión de servicios: suministro de productos de ecosistemas, tales como alimentos y recursos genéticos;
- regulación de servicios: beneficios, tales como la purificación del agua, que se obtienen de la regulación de procesos ecosistémicos;
- servicios culturales: beneficios no materiales que se obtienen de ecosistemas, tales como recreación, educación y ecoturismo;
- servicios de apoyo: servicios necesarios para la pro-

ducción de todos los otros servicios ecosistémicos; estos incluyen elementos tales como el reciclaje de nutrientes y la formación del suelo.

Los RFAA cumplen una función importante en las cuatro categorías. Además de ser un “servicio de provisión” directo, los recursos genéticos proporcionan las materias primas para mejorar la producción de más y mejores alimentos, ya sea de manera directa o mediante el suministro de mejor alimento para el ganado. También son importantes como base para mejorar la fibra, el combustible y cualquier otro producto de los cultivos. En el área de “regulación de servicios”, los RFAA son la base para mejorar servicios como la retención de carbono por parte de los cultivos, por ejemplo, especies de pastizales de raíces más profundas, y el control del flujo del agua y la erosión del suelo. La diversidad de alimentos y cultivos tradicionales puede proporcionar un servicio cultural importante, por ejemplo, por medio de su relevancia en el agroturismo o ecoturismo; y como “servicio de apoyo”, los RFAA pueden apuntalar el desarrollo de nuevas variedades, por ejemplo, alimentos y leguminosas forrajeras, que tienen una mejor capacidad para reciclar nutrientes tales como el nitrógeno, en un ecosistema agrícola.

En los últimos años, se crearon varios programas con el objetivo de mejorar estos servicios, en particular, por medio de recompensas a los responsables de gestionar el recurso subyacente mediante planes de pagos por servicios ambientales (PSA). Sin embargo, implementar los PSA es un desafío porque muchos de los servicios surgen de procesos complejos, lo cual hace difícil determinar qué acciones afectan su suministro, quién es responsable de estas acciones y quiénes son los beneficiarios que deben pagar por estos servicios. Esto sucede, en particular, en el caso de la agrobiodiversidad. Por ejemplo, si la conservación de una variedad de cultivo tradicional y particular en la explotación se considera aceptable para los PSA, el desafío consiste en determinar qué agricultor o agricultores deben ser compensados por su conservación. ¿Cuánto deben recibir, por cuánto tiempo, quién debe pagar y cuáles son los mecanismos disponibles para controlar y asegurar que realmente se realicen los pagos y se brinde el servicio esperado? Este problema también es la base del debate sobre cómo implementar los derechos de los agricultores (ver Capítulos 5 y 7). Sin embargo, los PSA aumentan las esperanzas y las expectativas de desarrollar una agricultura más favorable al medio ambiente, y el

CAPÍTULO 8

sector de los RFAA tiene una función esencial y la responsabilidad de participar en el debate y el accionar.

8.3 RFAA y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria y las cuestiones conexas se incorporaron firmemente al programa mundial en la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial en 1996, que reafirmó “el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos, en consonancia con el derecho a una alimentación apropiada

y con el derecho fundamental de toda persona a no padecer hambre”. Luego, en 2002, la “Cumbre Mundial sobre la Alimentación: cinco años después” condujo a la elaboración de directrices de carácter voluntario para alcanzar gradualmente el cumplimiento del derecho a alimentos adecuados en el contexto de la seguridad alimentaria nacional.⁶ Estas directrices se adoptaron en el 127.º periodo de sesiones del Consejo de la FAO en 2004.

Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus

FIGURA 8.1
Categorías de servicios ecosistémicos



Fuente: *Adaptada de Ecosystem and Human Well-being: a framework for assessment by the MEA*. Derechos de autor © 2003 Instituto de Recursos Mundiales. Reproducido con autorización de Island Press, Washington, DC.

preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son: disponibilidad, estabilidad de suministro, acceso y utilización.⁷ El sector de los RFAA tiene múltiples funciones que cumplir para ayudar a garantizar la seguridad alimentaria, por ejemplo: producir más y mejores alimentos para los consumidores rurales y urbanos, proporcionar alimentos saludables y más nutritivos, y mejorar la generación de ingresos y el desarrollo rural. Sin embargo, es necesario lograr un mayor reconocimiento de las múltiples funciones y contribuciones que pueden realizar los RFAA y reforzar los vínculos entre todas las instituciones pertinentes que se dedican a la seguridad alimentaria a nivel mundial, regional, nacional y local.

8.3.1 Producción de cultivos, rendimientos y RFAA

La producción de cultivos, en general, y la producción de cultivos, en particular, deben aumentar de manera considerable a fin de satisfacer la creciente demanda de alimentos de una población que se estima se expandirá alrededor del 40 por ciento durante el período 2005-2050. De acuerdo con una proyección de la FAO, para el año 2050 se necesitarán 1 000 millones de toneladas adicionales de cereales. En promedio, solo el 16 por ciento⁸ (15 por ciento de cereales y 12 por ciento de carne) de la producción de cultivos mundial ingresa al mercado internacional, por lo que gran parte del aumento se deberá satisfacer mediante la expansión de la producción en los países en desarrollo que experimentan el mayor aumento de demanda.

Varios informes de países de todas las regiones documentaron la función esencial de una firme gestión de los RFAA para fortalecer la seguridad alimentaria nacional y mejorar los medios de subsistencia. Por ejemplo, en China, las variedades de cultivos de arroz, algodón y oleaginosas se reemplazaron de cuatro a seis veces en todo el país desde 1978; cada reemplazo representa la introducción de una nueva variedad mejorada en comparación con la que fue reemplazada. Cada reemplazo registró un aumento del rendimiento de un 10 por ciento y más, y con cada 10 por ciento de aumento del rendimiento, el nivel de pobreza se redujo un 6-8 por ciento.⁹ De acuerdo con el informe de Malawi, la adopción

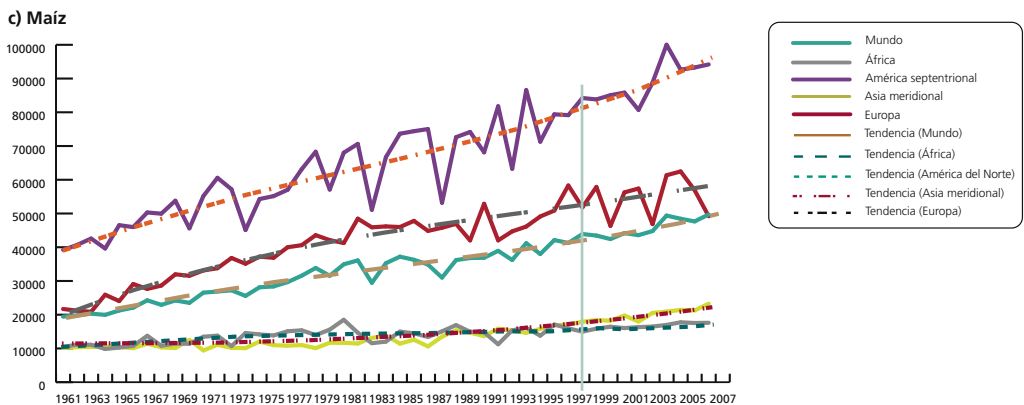
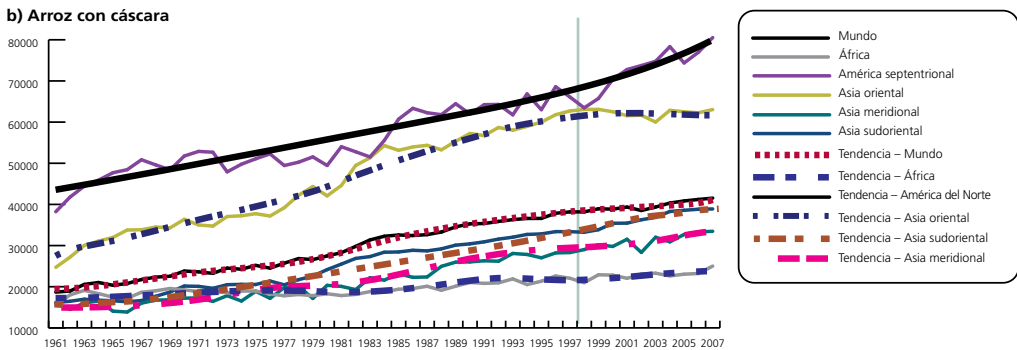
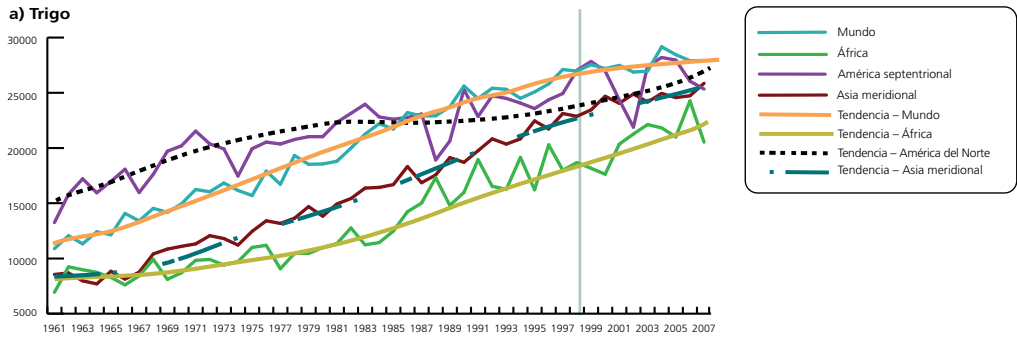
de variedades mejoradas de sorgo y yuca generó mayor rendimiento y seguridad alimentaria tanto en el ámbito doméstico como en el nacional. El mayor uso de variedades mejoradas también creó oportunidades comerciales para los agricultores, y los ingresos adicionales que derivan de la comercialización de cultivos comerciales y productos de valor agregado, tales como refrigerios de yuca, ayudaron a estimular la industria local, del mismo modo que la fabricación de equipos de procesamiento de yuca aumentó su uso en los alimentos para ganado y proporcionó fondos para el desarrollo de programas de semillas en las explotaciones agrícolas locales.¹⁰

La experiencia reciente en el crecimiento de la productividad de los cultivos da motivos tanto para el optimismo como para la preocupación. Dado que en las últimas décadas se ha evaluado el crecimiento del rendimiento por unidad de área para los cultivos de alimentos básicos, se torna evidente, en particular en el caso del trigo, que el aumento de la productividad se estabilizó en los últimos años (ver Figura 8.2). La productividad del arroz y del maíz sigue en alza a nivel mundial, aunque el aumento del rendimiento del arroz también se estabilizó en Asia oriental y sudoriental. En África, el rendimiento de los principales cultivos, como el arroz, el maíz y el trigo, aún es muy inferior al que se observa en otras regiones. Sin embargo, se lograron buenos avances, por ejemplo, mediante el desarrollo y la rápida difusión del arroz NERICA¹¹ (Nuevo arroz para África) (ver Recuadro 8.2). Si bien gran parte del aumento del rendimiento se debe a una combinación de factores, que incluyen un mayor uso de insumos y buenas condiciones climáticas, un factor principal es el desarrollo y la difusión de variedades de cultivos mejoradas.

La producción de cultivos de alimentos básicos sigue siendo el subsector agrícola más grande en la mayoría de los países, y continuará teniendo una función importante en la satisfacción de los objetivos de seguridad alimentaria y desarrollo agrícola en el futuro. Sostener el crecimiento de la productividad en los graneros, donde ya se adoptaron ampliamente nuevas variedades de alto rendimiento y prácticas relacionadas, seguirá siendo una estrategia importante para satisfacer las futuras necesidades alimentarias, en particular, para las poblaciones urbanas en rápido crecimiento. Esto requerirá un flujo constante de nuevas variedades para hacer frente a las cambiantes necesidades y entornos en estos graneros. Gran parte del aumento de alimentos básicos también deberá provenir de luga-

CAPÍTULO 8

FIGURA 8.2
Rendimiento promedio (kg/ha) de a) trigo, b) arroz con cáscara y c) maíz (1961-2007)
por regiones principales (la barra vertical indica la fecha en la que se publicó el Primer Informe sobre el Estado mundial)



Fuente: Faostat (<http://faostat.fao.org>).

res más marginales, donde viven muchas de las personas de menores recursos del mundo. También se necesitará un conjunto de nuevas variedades para estas áreas.

8.3.2 Uso de los RFAA locales y nativos

Si bien las variedades nativas locales y las variedades que producen los agricultores proporcionan la diversidad genética que apuntala gran parte del fitomejoramiento moderno, para varios países que tienen una economía basada en la agricultura, esas variedades aún son la base de la producción y seguridad alimentaria local. De hecho, en general, este es aún el uso principal en situaciones en las que siguen siendo cultivadas por las comunidades que las desarrollaron. Además, pueden tener numerosas ventajas, en especial, en ausencia de alternativas adecuadas: se adaptan a las condiciones medioambientales locales, se integran a los sistemas agrícolas locales, satisfacen los gustos locales y otras preferencias, y su diversidad puede generar mayor estabilidad de producción. Las variedades locales también pueden alcanzar precios altos en mercados especializados y para el agroturismo. Muchos ejemplos ilustran esta situación en los informes de países y en otras publicaciones. Por ejemplo, en las tierras bajas de Viet Nam, se mantienen muchas variedades tradicionales debido a su adaptación al clima, a los suelos

y a otras condiciones locales, y se las aprecia por su valor cultural, productividad, sabor y calidad para la cocción.¹² En un análisis de las variedades nativas de maíz en México¹³ se descubrió que, aunque había nuevas variedades de alto rendimiento disponibles y respaldadas por el Gobierno, los agricultores mantenían poblaciones complejas de variedades nativas a fin de afrontar la heterogeneidad medioambiental, combatir los efectos de plagas y enfermedades, cumplir con las necesidades culturales y rituales, y satisfacer sus preferencias alimenticias. Existen varios programas, tales como el “Programa Nacional do Desenvolvimento Rural do Continente” de Portugal,¹⁴ que respaldan la conservación de los RFAA en la explotación, fomentan el uso de variedades locales y se basan en el conocimiento local e indígena para agregar valor. América Latina informó sobre varios programas¹⁵ que conectan a pequeños agricultores y comunidades indígenas con bancos de genes e instituciones gubernamentales de investigación agrícola para realizar actividades conjuntas sobre recolección de RFAA, conservación en la explotación, reintroducción, evaluación y mejoramiento participativo.

Los mercados especializados para productos regionales y locales se expandieron y, con ellos, la función y la importancia de los cultivos locales. Por ejemplo, el movimiento internacional *Slow Food*¹⁶ tuvo un impacto profundo en la sensibilización pública de muchos países de-

Recuadro 8.2 Arroz NERICA

El término NERICA, “Nuevo arroz para África”, se usa para hacer referencia al material genético que derivó de la cruce exitosa realizada en la Asociación de África Occidental para el Fomento del Arroz (WARDA) a comienzos de la década de 1990 de dos especies de arroz cultivado, el arroz africano (*Oryza glaberrima* Steud.) y el arroz asiático (*O. sativa* L.), para producir una progenie que combinara las características de alto rendimiento del progenitor asiático y la capacidad de sobrevivir en ambientes hostiles del progenitor africano. Las muestras de *O. glaberrima* que se usaron en el programa de mejoramiento derivaron del banco de genes de WARDA, y se usaron técnicas de biotecnología simples (androgénesis y doble haploide) para superar las barreras de esterilidad con *O. sativa*. NERICA es un grupo nuevo de variedades de arroz que se adaptan bien a las ecologías de secano en el África subsahariana, en donde el 70 por ciento de los pequeños agricultores cultivan arroz. Las nuevas variedades tienen un mayor potencial de rendimiento que las variedades tradicionales que se cultivan y se propagaron velozmente, con una cobertura de más de 200 000 hectáreas en África occidental, central, oriental y austral hasta el año 2006. Las variedades de NERICA ofrecen esperanza a millones de consumidores y agricultores de arroz de escasos recursos.

CAPÍTULO 8

sarrollados sobre la función de los alimentos tradicionales en la cultura local, el valor nutricional de muchos alimentos locales y la importancia de la diversidad alimenticia y de reducir la distancia a través de la cual los alimentos son transportados desde su producción hasta que llegan a las manos del consumidor (*food miles*). Muchas otras iniciativas internacionales también apoyaron esta tendencia, tal como el desarrollo de sistemas de comercio justo y el creciente uso de indicaciones geográficas para señalar el origen geográfico específico de un producto alimenticio que tiene una calidad o reputación que se relacionan con el lugar de origen.¹⁷ Por último, la producción de cultivos orgánicos, que requiere variedades que se adaptan a condiciones de crecimiento orgánico, ha adquirido relevancia global y, con frecuencia, se la asocia con iniciativas para fomentar los alimentos tradicionales y locales.

8.3.3 Cambio climático y RFAA

Si bien los efectos del cambio climático recién comienzan a sentirse, hay un creciente consenso acerca de la necesidad de adoptar medidas drásticas para evitar un impacto considerable en el futuro. Este fue el tema principal de un seminario que se realizó en 2009 en ocasión del Primer Aniversario del Depósito Mundial de Semillas de Svalbard. La importancia de adoptar medidas inmediatas se abordó en el resumen de la declaración del seminario,¹⁸ que concluyó: *“... pedimos a las naciones del mundo que reconozcan la urgencia de adaptar la agricultura al cambio climático, que la diversidad de los cultivos es un requisito esencial para su adaptación y, por lo tanto, que la importancia de asegurar la conservación y disponibilidad adecuadas de la diversidad genética de nuestros cultivos es un requisito fundamental para alimentar a un mundo en proceso de calentamiento”*. Los modelos de predicción del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)¹⁹ y otros informes²⁰ indican que habrá graves efectos sobre la productividad agrícola en muchas partes del mundo. Sin embargo, la noticia no es totalmente negativa: se espera que algunas regiones, en especial las que están alejadas de la línea ecuatorial, tengan períodos de crecimiento más prolongados y se vuelvan más productivas, siempre que haya disponibles variedades de alto rendimiento que puedan adaptarse a las nuevas condiciones ambientales.

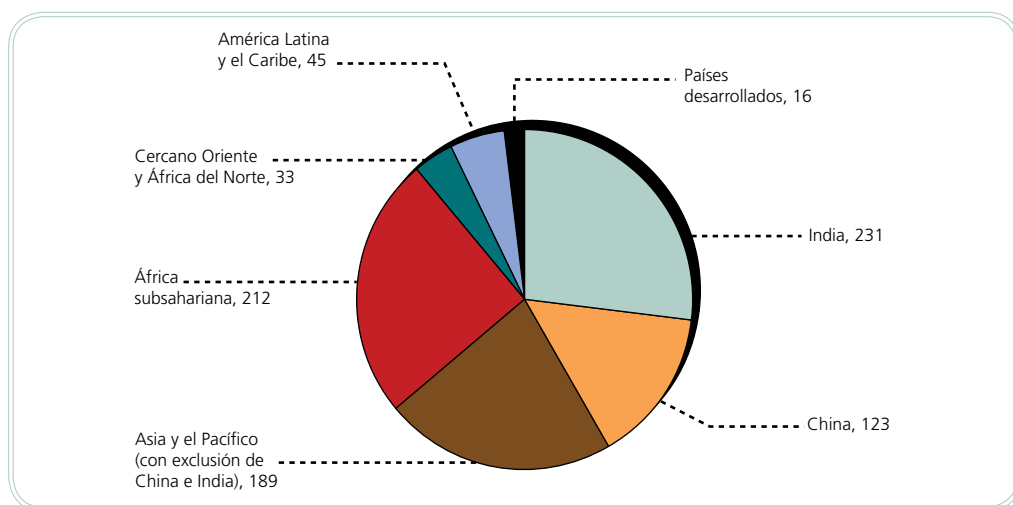
Desafortunadamente, se espera que regiones como Asia meridional y el África austral sean las más afectadas por el

cambio climático; las áreas del mundo donde vive la mayor cantidad de habitantes de escasos recursos y los menos capaces para afrontar esta situación.²¹ En muchas regiones, adaptar la agricultura a las nuevas condiciones requerirá de un cambio a variedades más resistentes a la sequía o tolerantes al calor, o incluso a otros cultivos. Pueden ocurrir cambios en los patrones de plagas y enfermedades y, de hecho, es posible que esto ya suceda, lo cual generaría la necesidad de hallar nuevas variedades resistentes o tolerantes. Los patrones climáticos menos predecibles también pueden requerir el desarrollo de nuevas variedades que se adapten a un espectro más amplio de condiciones más extremas.

También se necesitarán nuevas variedades para que la agricultura pueda tener una función más importante en la mitigación del cambio climático. Por ejemplo, las variedades con mayor biomasa, es decir, que tienen raíces más profundas, junto con prácticas agronómicas adecuadas, pueden retener más carbono en el suelo. Es posible mejorar variedades de alimentos y forrajes para que los rumiantes emitan menos metano, así como también variedades que sean capaces de usar nitrógeno de manera más eficaz y necesiten menos fertilizantes y, por lo tanto, menos energía total, pero que también generen menos emisiones del potente gas de efecto invernadero, el óxido nítrico. Aunque los cultivos de bioenergía se mencionaron en relativamente pocos informes de países, hubo importantes esfuerzos para aumentar la producción de biocombustibles en varios países, en respuesta a la creciente preocupación sobre el cambio climático y a la escasez de combustible fósil.

En resumen, es posible que las dificultades para mitigar y adaptarse al cambio climático hagan mucho más ardua la tarea de satisfacer la creciente demanda de alimentos en el futuro. El desafío también se agravará por la mayor competencia de tierras para otros usos, tales como el desarrollo urbano o el desarrollo de nuevos cultivos. A fin de afrontar estos desafíos, es esencial que se preste más atención a conservar la diversidad genética y, en particular, a recolectar y conservar variedades nativas y las ESAC que tengan características que puedan volverse más importantes en el futuro. Además, es esencial que los esfuerzos de fitomejoramiento aumenten en todo el mundo, en especial, en aquellos países en desarrollo que posiblemente sean más perjudicados por el cambio climático. Esto hará que sea necesario reforzar la creación de capacidad en las técnicas tradicionales y modernas de mejoramiento de cultivos.

FIGURA 8.3
Cantidad de personas subnutridas en el mundo, 2003-2005 (millones)



Fuente: FAO, 2008, El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, Roma.

8.3.4 Dimensiones de género de los RFAA

El género es un determinante de relevancia en el alcance y la naturaleza de la diversidad de los cultivos y las variedades que se desarrollan, y es un aspecto clave de la producción sostenible de cultivos y de la seguridad alimentaria. Las mujeres rurales son responsables de la mitad de la producción de alimentos a nivel mundial y generan entre el 60 y 80 por ciento de los alimentos en varios países en desarrollo. A menudo, las mujeres son las responsables del manejo de huertas domésticas, y estas tienden a incluir una variedad más amplia de hortalizas, frutas, especias, cultivos medicinales y de otro tipo, en comparación con la variedad que hay, en general, en campos que producen cultivos de alimentos básicos y que son la responsabilidad principal de los hombres.²² Las diferencias de género también son evidentes en las elecciones de variedades y en la importancia que se le adjudica a diferentes características. Por ejemplo, estudios que se realizaron en la República Unida de Tanzania mostraron diferencias entre agricultores hombres y mujeres con respecto a la diversa importancia y jerarquía que le otorgan a distintas características del sorgo.²³

Aunque, en general, esta situación no surgió con claridad en los informes de países, es esencial que la función

de las mujeres rurales se comprenda mejor y se tenga en cuenta en la formulación de políticas, así como en todas las iniciativas de RFAA pertinentes.

8.3.5 Nutrición, salud y RFAA

La mayoría de las personas con inseguridad alimentaria y subnutrición viven en áreas rurales. Gran parte de ellas se encuentran en el África subsahariana y en Asia. Siete países (Bangladesh, China, Etiopía, India, Indonesia, Pakistán y República Democrática del Congo) representan el 65 por ciento de las personas con inseguridad alimentaria a nivel mundial (ver Figura 8.3).

Los RFAA apuntalan no solo la producción de alimentos total, sino también el bienestar nutricional (ver Sección 4.9.4). El mejor seguro contra las deficiencias nutricionales es una alimentación variada, que asegura un consumo adecuado de todos los macro y micronutrientes necesarios para una buena salud. Sin embargo, muchas personas de escasos recursos no tienen acceso o no pueden costear una alimentación adecuadamente diversa, y esta depende en gran medida solo de unos pocos cultivos de alimentos básicos. Debido a esto, se están llevando a cabo esfuerzos de fitomejoramiento para optimizar la

CAPÍTULO 8

calidad nutricional de los cultivos básicos, por ejemplo, mediante la producción de arroz, maíz, yuca y boniato con niveles más altos de betacaroteno (precursor de la vitamina A), mijo perla y frijoles con niveles más altos de hierro disponible y arroz, trigo y frijoles con más zinc.²⁴

Además de la importante relación directa entre los RFAA, la nutrición y la salud humana, hay varios efectos indirectos. Por ejemplo, para las poblaciones con pocos recursos en países que sufren los problemas que causa el VIH/SIDA, el consumo de una alimentación variada es una manera importante de reforzar la resistencia y tolerancia humanas.

Las plantas también son una fuente extremadamente importante de productos farmacéuticos y, como para todos los cultivos, la producción actual de cultivos medicinales y su futura mejora dependen de su diversidad genética. En algunos países de África y Asia, hasta el 80 por ciento de la población depende de la medicina tradicional, en especial, de la herboristería. Por ejemplo, en Kenya, un estudio reciente del Banco Mundial indicó que el 70 por ciento de la población no está cubierto por el sistema de atención sanitaria nacional y depende de formas de medicación tradicionales.²⁵ La herboristería es muy lucrativa: los ingresos anuales en Europa occidental alcanzaron los 5 000 millones de USD en 2003-2004; en China, las ventas totalizaron 14 000 millones de USD en 2005 y en Brasil la herboristería generó ingresos por 160 millones de USD durante 2007.²⁶

8.3.6 La función de los RFAA infrautilizados y marginados

Desde que se publicó el Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*, muchos estudios documentaron la importancia de las especies marginadas e infrautilizadas para la seguridad alimentaria y el ingreso de las comunidades locales (ver Sección 4.9.2). Por definición, el área sembrada por estos cultivos es relativamente pequeña en todo el mundo;²⁷ hay pocas oportunidades de comercialización y esfuerzos relativamente escasos por mejorar los cultivos. Sin embargo, los informes de países provenientes de todas las regiones describieron la función y los usos de diferentes especies, que abarcan desde las que son importantes para la diversidad de la alimentación o tienen el potencial de contribuir considerablemente a la generación de ingresos, hasta las que pueden vol-

verse más importantes en sistemas de explotación agrícola locales a medida que cambia el clima.²⁸ Resaltan la importancia de muchas de estas especies en la estructura social y cultural de las sociedades locales y exigen más esfuerzos por conservarlas y usarlas. Muchos países informaron que se realizaron esfuerzos en la última década por recolectar, caracterizar, evaluar y conservar muestras de especies infrautilizadas en sus sistemas nacionales de germoplasmas vegetales (NPGS),²⁹ así como esfuerzos por promoverlas y comercializarlas.³⁰

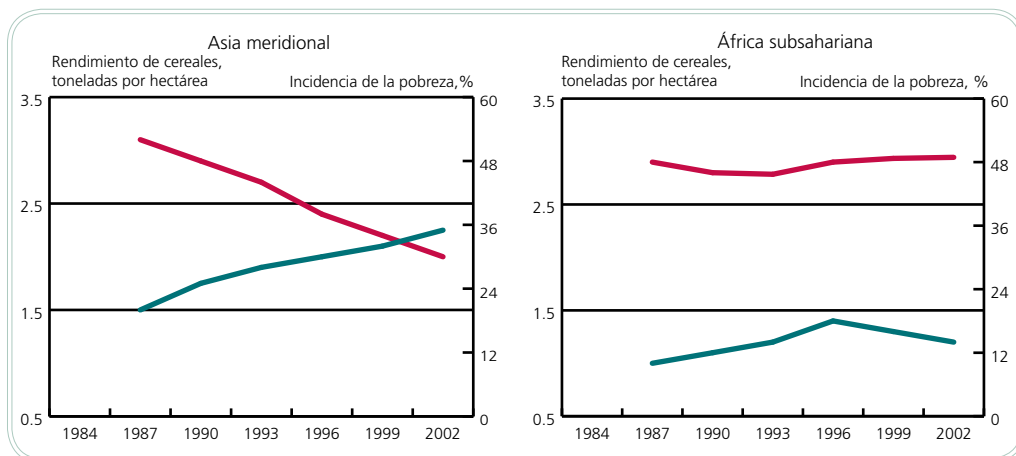
Si bien hubo un considerable progreso en esta área, aún queda mucho por hacer, en particular, en los mercados en desarrollo para los productos de especies descuidadas. Los esfuerzos de instituciones, tales como *Crops for the Future* (ver Sección 6.3.3),³¹ pueden contribuir de manera valiosa a asegurar que los cultivos marginados e infrautilizados tengan una función más importante en la agricultura sostenible y en los sistemas de medios de subsistencia en el futuro.

8.4 Desarrollo económico, pobreza y RFAA

La salud y la prosperidad económica de un país dependen de una gran cantidad de factores, de los cuales el crecimiento y la productividad agrícola son parte. La importancia de la agricultura varía según la región: solo el 1,9 por ciento de la población depende de la agricultura en América del Norte, en comparación con el 50 por ciento en África y Asia. Sin embargo, en su conjunto, la producción de cultivos es la principal fuente de ingresos para alrededor de la mitad de la población mundial. La elección de cultivos, variedades, materiales de siembra y métodos de producción relacionados tiene una gran influencia en la productividad y en los medios de subsistencia. En general, los agricultores desarrollan diversos cultivos y variedades, cada uno de los cuales proporciona un conjunto de beneficios en forma de ingresos, alimentos y otros productos. Además, los beneficios pueden surgir del conjunto de cultivos y variedades, que incluyen mitigar los efectos de una mala cosecha o variedad, propagar la producción a lo largo del año y lograr una mayor intensidad en el uso de las tierras.

Los valores del mercado cambian según el cultivo, la variedad y el canal de comercialización. En muchos países, el crecimiento de un sector dinámico de comercialización de alimentos generó posibles puntos de venta de alto valor, que

FIGURA 8.4
Rendimiento de cereales y pobreza en Asia meridional y África subsahariana



Fuente: Ravallion, M. y Chen, S. 2004. Banco Mundial, 2006.

representan un medio importante para aumentar los ingresos agrícolas y lograr seguridad alimentaria. Varios estudios indicaron que el crecimiento de la productividad agrícola tuvo un efecto significativo en la reducción de la pobreza,³² y que el fitomejoramiento tuvo una función predominante en ello. Sin embargo, aunque este es ciertamente el caso de América Latina y Asia, la relación es menos clara en el África subsahariana, donde el rendimiento agrícola se estancó en términos generales, lo cual hace más difícil establecer un claro vínculo con la reducción de la pobreza (ver Figura 8.4).

Muchos agricultores pequeños tienen dificultades para acceder a los mercados de insumos y de producción, y varios informes de países indicaron que esta es una de las limitaciones más graves para diversificar la producción de cultivos. La falta de acceso a semillas de buena calidad de variedades adecuadas puede impedir que los agricultores ingresen a mercados específicos. Numerosos informes de países, en particular de África, hicieron referencia al estado subóptimo de la producción de semillas y de los sistemas de distribución, y destacaron problemas generalizados con la insuficiente disponibilidad de semillas de variedades nuevas y adecuadas. Solucionar las desigualdades y las limitaciones en materia de insumos y producción en la cadena de valor es una estrategia clave para aumentar el valor de los cultivos en el mercado y tiene implicaciones importantes para la gestión de los RFAA.

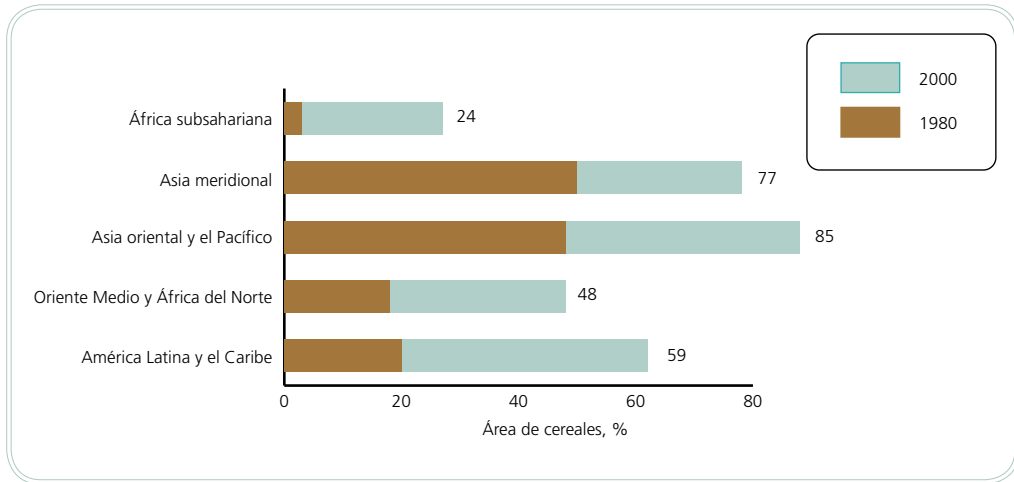
Si bien contar con firmes prácticas de cultivos (junto con el control de la tierra y del agua) es fundamental para alcanzar el éxito, es muy difícil adjudicarle a los recursos genéticos subyacentes un valor económico exacto. Calcular el valor de los RFAA mediante métodos económicos rigurosos que suman su uso directo e indirecto, el valor de opción y de existencia, hace que se subestime su valor total.³³ Este problema obstaculiza los esfuerzos por lograr que se invierta más en los RFAA y es un impedimento significativo para asegurar una financiación adecuada. Sin embargo, algunos de los datos más convincentes surgen de estudios de impacto que se basan en rastrear el flujo de germoplasmas. Por ejemplo, en un estudio³⁴ se calculó que conservar 1 000 muestras de arroz genera una corriente de ingreso anual para los países en desarrollo que tiene un valor de uso directo de 325 millones de USD a una tasa de descuento del 10 por ciento. Este cálculo también sirve para destacar la necesidad de una mejor integración y relación entre la conservación, el fitomejoramiento y el suministro de semillas para lograr todo el potencial de los RFAA.

8.4.1 Variedades modernas y desarrollo económico

En términos generales, la contribución de las variedades modernas al crecimiento agrícola y a la reducción de la

CAPÍTULO 8

FIGURA 8.5
Crecimiento del área con variedades de cereales mejoradas en 1980 y 2000



Fuente: Evenson, R. E. y Gollin, D. (redactores).

pobreza ha sido impresionante.³⁵ El impacto ha sido tanto directo como indirecto: altos rendimientos que generan altos ingresos, pero que también generan oportunidades de empleo y precios más bajos de los alimentos.³⁶ Sin embargo, en un estudio sobre 11 cultivos alimenticios en cuatro regiones durante el período 1964-2000,³⁷ se concluyó que la contribución de variedades modernas al aumento de la productividad fue un “éxito mundial, pero para algunos países fue un fracaso local”. Muchos de estos países se encuentran en el África subsahariana, donde la adopción de variedades mejoradas de cultivos de cereales fue muy baja durante las etapas iniciales de la Revolución Verde y solo comenzó a alcanzar niveles significativos hacia fines de la década de 1990 (ver Figura 8.5). En este sentido, es interesante destacar que el crecimiento del rendimiento que experimentó el África subsahariana, aunque relativamente pequeño, se debió casi por completo a las variedades modernas, con escasa contribución de fertilizantes y otros insumos.³⁸

Hay una considerable variabilidad en los patrones de adopción de variedades modernas en las regiones, así como en los cultivos. Por ejemplo, en América Latina, la semilla de maíz guardada por el agricultor fue cultivada por el 60 al 100 por ciento de los agricultores en la mayoría de los países de América Central (con excepción de El

Salvador) y por más del 50 por ciento de los agricultores en Colombia, el Estado Plurinacional de Bolivia, Paraguay y Perú.³⁹ Sin embargo, el maíz de semillas híbridas se usó más ampliamente en Argentina, Brasil, Ecuador, la República Bolivariana de Venezuela y Uruguay. Patrones similares resultaron evidentes en África oriental y austral, donde la adopción de variedades modernas de trigo semienano fue alta en la mayoría de los países, pero la adopción de maíz híbrido fue dispareja (por ejemplo, 91 por ciento de adopción en Zimbabwe, en comparación al tres por ciento en Mozambique). Varios factores ayudan a explicar estas tendencias. Uno de ellos es la heterogeneidad ecológica: por ejemplo, en regiones de tierras altas variables y hostiles de los Andes, las variedades de maíz local pueden adaptarse mejor que los híbridos mejorados. Otro factor puede ser la disponibilidad de una gran variedad de tipos alternativos. Por ejemplo, Etiopía, que tuvo niveles de adopción de trigo semienano más bajos que otros países de la región, es un centro secundario de diversidad del trigo duro y, por lo tanto, hubo mayor diversidad genética para ayudar a los agricultores en sus entornos heterogéneos y difíciles de cultivar.

Los estudios en el ámbito doméstico indicaron una situación distinta. La adopción tiende a variar por cultivo, y no por hogar, y depende de factores tales como las fuen-

tes de la semilla y su costo, las condiciones agroecológicas específicas y las demandas del sistema de consumo y de las fincas. En un análisis de la adopción de variedades modernas de sorgo y trigo candeal en comunidades de explotación agrícola con bajos ingresos de Etiopía oriental,⁴⁰ se descubrió que era mucho menos probable que los agricultores de menores recursos adoptasen variedades modernas de cualquier cultivo, aunque hubo niveles de adopción más altos para el trigo que para el sorgo. El sorgo es un cultivo con una diversidad local considerable que está disponible mediante sistemas de semillas locales; se cultiva para múltiples finalidades y hay un buen desarrollo de técnicas de almacenamiento de semillas en la explotación. Por el contrario, el trigo candeal, a diferencia del trigo duro, es un cultivo que se introdujo relativamente hace poco en esta área de Etiopía y, como resultado, la diversidad genética disponible a nivel local es bastante limitada.

Si bien se demostró que las variedades modernas contribuyeron de manera considerable a la reducción de la pobreza, podría decirse que fueron menos exitosas en mejorar el desarrollo agrícola sostenible de los pequeños agricultores, en especial, en ambientes de producción más marginales. Las dificultades clave que se mencionaron fueron la falta de adaptación a las áreas de producción heterogéneas y hostiles⁴¹ y el fracaso, citado en varios informes de países, de muchos programas de fitomejoramiento centralizado que no pudieron mejorar las características que interesaban a pequeños agricultores de pocos recursos.

8.4.2 Diversificación y uso de diversidad genética

La elección de que cultivos y variedades plantar está impulsada por una serie de factores económicos, sociales y agronómicos, que incluyen la disponibilidad de puntos de venta adecuados, precios, familiaridad y aceptación social, costos de producción, la necesidad y disponibilidad de insumos de producción (incluyendo semillas, agua, fertilizantes, plaguicidas, mano de obra y otros), clima, suelos y topografía.

Si bien la elección de la variedad depende en gran medida del rendimiento y de la demanda del mercado para los productores más orientados al mercado, ese no es el caso para la mayoría de los agricultores con inseguridad alimentaria. Hay estudios⁴² que demuestran que los hogares agrícolas en la mayoría de los países en desarrollo

producen tanto para su propio consumo como para la venta^{43,44} y que el hecho de que los agricultores sean a la vez consumidores y productores de alimentos tiene un gran impacto sobre los cultivos elegidos.

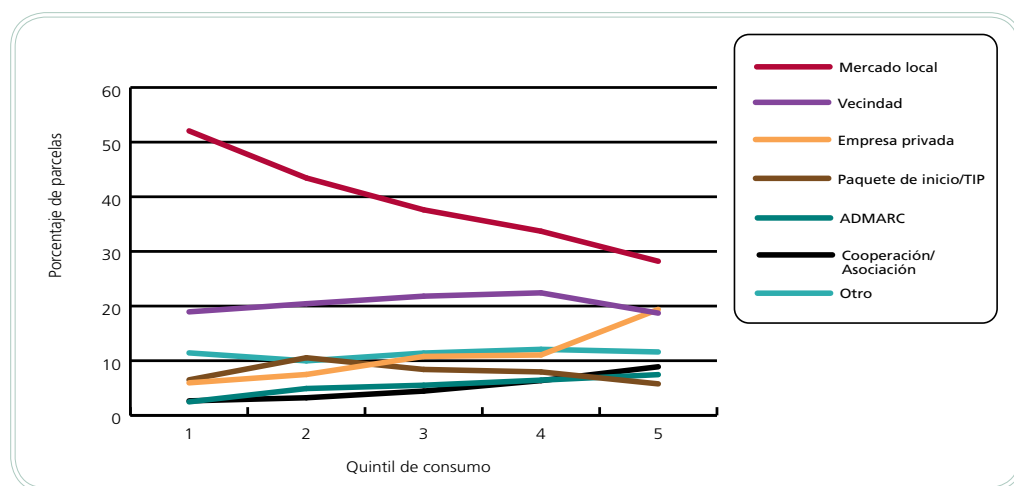
Los hogares agrícolas también tienden a aprovechar diversas actividades para lograr la seguridad alimentaria y de ingresos.⁴⁵ La diversificación de actividades es una estrategia de gestión importante y riesgosa, a menudo una de las pocas disponibles para los agricultores de escasos recursos. Con respecto a los cultivos, los agricultores pueden diversificar los cultivos y las variedades que plantan y, al nivel de la finca, pueden realizar diversos emprendimientos, por ejemplo, procesar alimentos, producir carne o huevos, agroforestería o agroturismo. Muchas de estas estrategias tienen importantes implicaciones para la diversidad genética y para los cultivos y las variedades que desarrollan. Los hogares también dependen cada vez más de empleos rurales no agrícolas, donde, a menudo, uno o más miembros de la familia aceptan trabajos remunerados lejos de la finca y envían dinero al hogar. Un estudio reciente analizó datos de las Actividades Generadoras de Ingreso Rural (RIGA) de la FAO en 16 países en desarrollo de África, América Latina, Asia y Europa oriental.⁴⁶ El estudio encontró que, en general, la diversificación de ingresos era habitual en la mayoría de los países, aunque menor en los de África, donde suele haber menos empleos rurales no agrícolas. Naturalmente, las diversas estrategias de diversificación de ingresos, dentro y fuera de la agricultura, tienen diferentes implicancias en la gestión de los RFAA.

8.4.3 Acceso a las semillas

La Sección 4.8 destaca que, para que la agricultura sea exitosa y sostenible, debe haber semillas de buena calidad a disposición de los agricultores en el momento correcto y al precio adecuado. Estudios recientes destacan la importancia de los mercados en el suministro de semillas a agricultores de escasos recursos.⁴⁷ El análisis de los datos RIGA de la FAO para Ghana, Malawi y Nigeria confirma esta situación. Por ejemplo, en Malawi, las semillas compradas se usaron en el 30 por ciento de las parcelas, un porcentaje que fue esencialmente el mismo en todos los grupos de ingresos (ver Figura 8.6). Sin embargo, la fuente de las semillas compradas varió de manera considerable. Si bien los mercados locales fueron la fuente más importante de semillas para todos los grupos, su importancia

CAPÍTULO 8

FIGURA 8.6
Fuentes de semillas por grupo de consumo en Malawi (1=pobre; 5=rico)



Fuente: Base de datos RIGA (disponible en http://www.fao.org/es/esa/RIGA/English/Index_en.htm).

relativa disminuyó a medida que aumentó la riqueza de los agricultores, y las empresas privadas tuvieron una función cada vez más importante en el suministro de semillas para los agricultores en mejor posición económica.

Los agricultores tienden a favorecer los mercados locales en la compra de semillas porque 1) las semillas que se comercializan localmente son menos costosas que las semillas de la industria, y 2) hay una rápida disponibilidad de materiales adaptados a nivel local.⁴⁸ Muchos informes de países resaltan la necesidad de hallar sistemas de producción y distribución de semillas más fuertes, así como una mayor armonización entre los sectores de semillas comerciales y de los agricultores.

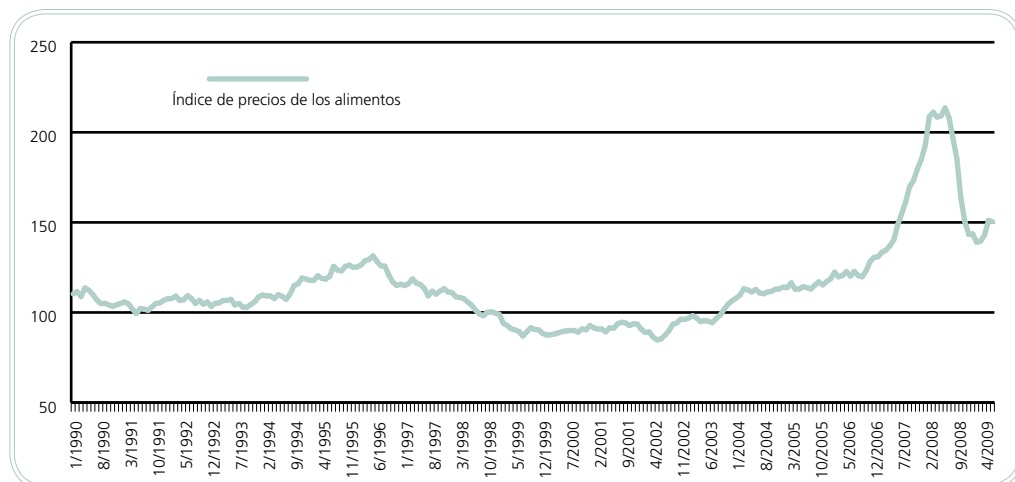
8.4.4 Globalización y RFAA

La globalización y la liberalización del comercio aumentaron en forma considerable desde que se publicó el Primer Informe, lo cual generó una rápida expansión económica en muchos países, aunque definitivamente no en todos ellos. Se crearon oportunidades de mercado para nuevos productos y, en consecuencia, la demanda de cultivos y variedades particulares cambió. Muchos sistemas de explotación agrícola a pequeña escala que tradicionalmente

eran autosuficientes en materia de semillas tuvieron cada vez más la necesidad y los recursos para acceder a nuevas variedades. Además, gran parte de los productos del sector a pequeña escala ahora llega a los mercados locales, nacionales e incluso internacionales. La privatización del fitomejoramiento continuó (ver Sección 4.4) y el sector de fitomejoramiento comercial se concentró más en manos de unas pocas compañías multinacionales.

En el primer trimestre de 2008, los precios internacionales de los alimentos de todos los principales productos alimentarios básicos alcanzaron su máximo nivel en casi 30 años (ver Figura 8.7). Esto fue el resultado de varios factores, que incluyen: malas cosechas en muchos de los principales países productores; una disminución notable de existencias de alimentos; altos precios energéticos; producción subvencionada de biocombustibles; especulación sobre el mercado de futuros; imposición de restricciones a la exportación y falta de inversiones en el sector agrícola.⁴⁹ Aunque los precios de los productos agrícolas básicos disminuyeron desde entonces, siguen siendo volátiles y, hasta mediados de 2009, los precios de los alimentos en los países más vulnerables todavía son altos y, en algunos casos, duplican su precio de apenas dos años atrás. Esto significó un retroceso en los avances para lograr el primer Objetivo de Desarrollo

FIGURA 8.7
Volatilidad de los precios internacionales de los cereales



Fuente: Base de datos RIGA (disponible en http://www.fao.org/es/esa/RIGA/English/Index_en.htm).

del Milenio, que busca erradicar la pobreza y el hambre. Hacia fines de 2007, la FAO lanzó la Iniciativa relativa al aumento de los precios de los alimentos (ISFP) en respuesta a estos repentinos aumentos de precios (ver Recuadro 8.3).

Si bien no hay ninguna solución única y sencilla, el uso inteligente de los RFAA, en particular, para apuntalar el mejoramiento de variedades nuevas, puede contribuir significativamente a que las personas de menos recursos del mundo sobrevivan y prosperen en un mundo en constante globalización, y puede ayudar a que se expanda y establezca la producción de alimentos y a que aumenten los ingresos de muchas de estas personas.

8.5 Cambios desde que se publicó el Primer Informe sobre el *Estado mundial*

Desde que se publicó el Primer Informe, varias tendencias relacionadas con la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible se volvieron más notorias, y surgieron nuevos problemas. Entre aquellos que tienen mayor implicación e impacto en la conservación y el uso de los RFAA se encuentran los siguientes.

- El desarrollo sostenible pasó de ser un movimien-

to que se enfocaba principalmente en cuestiones medioambientales, a ser un marco de amplio reconocimiento que tiene como objetivo equilibrar las cuestiones económicas, sociales, medioambientales y entre generaciones en la toma de decisiones y en el accionar en todos los niveles.

- Hubo crecientes esfuerzos para reforzar la relación entre la agricultura y el suministro de servicios ambientales. Los planes que promueven los PSA, tales como la conservación de RFAA *in situ* o en la explotación, se establecen en un intento por fomentar y premiar a los agricultores y comunidades rurales por su gestión del medioambiente. Sin embargo, la implementación justa y eficaz de esos planes aún es un gran desafío.
- Las preocupaciones sobre el posible impacto del cambio climático crecieron considerablemente en la última década. La agricultura es, a la vez, una fuente y un sumidero de carbono atmosférico. Comienza a reconocerse que los RFAA tienen una importancia fundamental para desarrollar sistemas de explotación agrícola que retengan más carbono y emitan menos gases de efecto invernadero y para apoyar el fitomejoramiento de variedades nuevas que serán necesarias para que la agricultura se adapte a las fu-

CAPÍTULO 8

Recuadro 8.3

Iniciativa de la FAO relativa al aumento de los precios de los alimentos

La FAO lanzó la Iniciativa relativa al aumento de los precios de los alimentos (ISFP) en 2007, con el objetivo inmediato de recaudar 1 700 millones de USD para aumentar de manera rápida la producción de alimentos en 2008 y 2009, principalmente mediante el acceso directo de los pequeños agricultores a los insumos en los países más afectados. La ayuda de la FAO se plasmó en las siguientes medidas:

- (i) intervenciones para aumentar el acceso de los pequeños agricultores a los insumos (por ejemplo, semillas, fertilizantes, alimentos para animales) y prácticas agrícolas mejoradas (por ejemplo, gestión del agua y del suelo, reducción de pérdidas poscosecha);
- (ii) apoyo técnico y mediante políticas;
- (iii) medidas para aumentar el acceso de los pequeños agricultores a los mercados;
- (iv) una respuesta estratégica para amortiguar los efectos de la suba en los precios de los alimentos a corto, mediano y largo plazo, mediante una mejor y sostenible inversión en la agricultura.

turas condiciones ambientales que se prevén.

- Continuó la fuerte demanda de alimentos de bajo costo por parte de los consumidores, lo cual generó un interés sostenido en el desarrollo de sistemas de producción más rentables. Las empresas multinacionales de alimentos cobraron mayor influencia, y en especial en los países industrializados, hay una creciente producción de alimentos, que va más allá de las fronteras nacionales, a fin de mantener los precios bajos.
- Simultáneamente, también se expandieron los denominados mercados especializados o de alto valor. En muchos países, los consumidores están dispuestos a pagar precios más altos por alimentos nuevos o de mejor calidad, de fuentes que conocen y en las que confían. Se establecieron sistemas de certificación, tales como “comercio justo” y “orgánico” o “denominación de origen protegida” (DOP), para ayudar a asegurar estándares y proporcionar información de fuentes confiables.
- En casi todos los países desarrollados y en una cantidad cada vez mayor de países en desarrollo, la producción de alimentos comerciales es responsable de suministrar la mayor parte de los productos alimenticios a la mayoría de las personas. Se desarrollaron variedades de cultivos para satisfacer las necesidades de los sistemas de producción de insumos elevados, procesamiento industrial y normas estrictas de comercialización. Hay una creciente desconexión entre los productores rurales y una cantidad cada vez mayor de consumidores principalmente urbanos.

- En muchos países en desarrollo, los agricultores reciben incentivos para migrar a sistemas de explotación agrícola más comerciales. Esto tiene un gran impacto en las estrategias de los medios de subsistencia, en la cultura y en los recursos genéticos que administran los agricultores. Iniciativas tales como la creación de bolsas de mercancías en una gran cantidad de países también hacen que más comunidades agrícolas se vinculen a mercados mundiales.
- La producción de cultivos orgánica recibe más atención debido a los crecientes temores de los consumidores con respecto a su alimentación, su salud y el medio ambiente.
- A pesar de la permanente controversia, los cultivos modificados genéticamente se desarrollan en un área que crece en cada vez más países, pero para una cantidad limitada de especies y características.

8.6 Deficiencias y necesidades

En los últimos años, se hicieron importantes avances para vincular la conservación y el uso de los RFAA con intentos para aumentar la seguridad alimentaria y desarrollar sistemas agrícolas más sostenibles. Sin embargo, aún hay muchos deficiencias en nuestro conocimiento y en el rango de acción necesario para mejorar la situación. Por ejemplo, se debe hacer hincapié en las siguientes áreas.

- El creciente consenso sobre la naturaleza, el alcance

y la velocidad del cambio climático hace que resulte imperioso poner énfasis en anticipar y prepararse a sus efectos. Debido al tiempo necesario para mejorar una nueva variedad de un cultivo (alrededor de 10 años), es esencial que se genere una mayor capacidad de fitomejoramiento, en especial, en los países en desarrollo, y que los programas de mejoramiento expandan sus esfuerzos para desarrollar las características y variedades necesarias para afrontar el desafío.

- También es necesario redoblar los esfuerzos por conservar las variedades nativas, las variedades que desarrollan los agricultores y las ESAC antes de que se pierdan como resultado de los cambios climáticos. Se requieren esfuerzos especiales para identificar a aquellas especies y poblaciones que se encuentran en mayor riesgo y que son más susceptibles de albergar características que serán importantes en el futuro.
- Es necesario desarrollar enfoques más eficientes, estratégicos e integrados para la gestión de los RFAA a nivel nacional. Se deben reforzar las relaciones entre las personas y las instituciones, tanto del sector privado como del público, los principales responsables de la conservación, y entre quienes se interesan sobre todo en la mejora genética y la producción y distribución de semillas.
- En el ámbito internacional, también es necesario lograr una mayor coordinación y cooperación entre las instituciones y los organismos interesados en aspectos internacionales e intergubernamentales de la conservación y el uso de los RFAA, y los que se interesan en la producción, protección y sostenibilidad agrícola y en la seguridad alimentaria, así como en áreas relacionadas, tales como la salud y el medio ambiente.
- Si bien se lograron avances considerables, la mejor Cooperación Sur-Sur tiene el potencial de contribuir en gran medida a la conservación y al uso de los RFAA y de reforzar su función para alcanzar la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola sostenible.
- A pesar de la gran contribución de los RFAA a la seguridad alimentaria y a la agricultura sostenible a nivel mundial, su función no se reconoce ni comprende totalmente. Se necesitan más esfuerzos para calcular el valor total de los RFAA, para evaluar el impacto de su uso y para que esta información sea conocida por los responsables de las políticas y el público en general, a fin de ayudar a generar los recursos necesarios para fortalecer programas para su conservación y uso.
- Es necesario adoptar medidas, normas, indicadores y datos de referencia más precisos y confiables para la sostenibilidad y seguridad alimentaria, que permitirán controlar y evaluar mejor el progreso en esas áreas. Es particularmente necesario desarrollar normas e indicadores que permitan controlar la función específica de los RFAA.
- Se debe hacer hincapié en el desarrollo de enfoques más descentralizados, participativos y que tengan en cuenta problema de género para el fitomejoramiento, a fin de generar de manera más eficaz variedades que se adapten específicamente a los entornos de producción y las situaciones socioeconómicas particulares de las personas de menos recursos en situaciones menos favorables.
- Los mercados agrícolas cumplen una función esencial para lograr la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola sostenible. Pueden ayudar a aumentar la diversidad de los RFAA en la cadena de abastecimiento de semillas y proporcionar puntos de venta para los productos de cultivos descuidados e infrautilizados, lo cual generaría mayor diversidad de alimentos. Es necesario lograr un mejor acceso de los agricultores con pocos recursos a los mercados y fortalecer los sistemas de información del mercado.

Bibliografía

- ¹ *Progress report on the Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD) Initiative to the Committee on Agriculture of FAO and the UN Commission on Sustainable Development on progress of the Initiative, 2006.*
- ² Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. 2002.
- ³ Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington, DC.
- ⁴ Informe de país: Pakistán.
- ⁵ *Near East and North Africa Regional Synthesis of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.*

CAPÍTULO 8

- ⁶ Directrices voluntarias sobre el derecho a la alimentación.
- ⁷ **FAO.** 2001. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo.*
- ⁸ Medido como: (importaciones brutas + exportaciones brutas)/2 x producción.
- ⁹ Informe de país: China.
- ¹⁰ Informe de país: Malawi.
- ¹¹ NERICA: Nuevo arroz para África. Ver, por ejemplo, <http://www.warda.org/NERICA%20flyer/technology.htm>.
- ¹² **Nguyen, T. N. H., et al.** (redactores). 2005. *In situ Conservation of Agricultural Biodiversity on Farm: Lessons Learned and Policy Implications.* Proceedings of Vietnamese National Workshop, 30 de marzo – 01 de abril de 2004, Hanoi, Viet Nam. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma.
- ¹³ **Bellon, M. R.** 1996. *The dynamics of crop infraspecific diversity: A conceptual framework at the farmer level.* Economic Botany, 50(1): 26-39.
- ¹⁴ Informe de país: Portugal.
- ¹⁵ *Latin America and the Caribbean Regional Synthesis of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, 2009.
- ¹⁶ Disponible en <http://www.slowfood.com/>.
- ¹⁷ Ver, por ejemplo, <http://www.origin-gi.com>.
- ¹⁸ Disponible en http://www.regjeringen.no/upload/LMD/kampanjeSvalbard/Vedlegg/Svalbard_Statement_270208.pdf.
- ¹⁹ Disponible en <http://www.ipcc.ch/>.
- ²⁰ Ver, por ejemplo: **Burke, M. B., Lobell, D. B. y Guarino, L.** 2009. *Shifts in African crop climates by 2050, and the implications for crop improvement and genetic resources conservation.* *Global Environmental Change.* Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.04.003>.
- ²¹ **Lobell, D. B., et al.** *Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030.* Science, 319(5863): 607-610.
- ²² En algunos casos, las mujeres se asocian con cultivos particulares. Por ejemplo, en partes de Ghana, se considera que las mujeres son las principales responsables de suministrar ingredientes para sopas (consideradas un plato “femenino”), mientras que los hombres son responsables de suministrar almidón (un plato “masculino”).
- ²³ LINKs [Género, Biodiversidad y Sistemas de Conocimientos Locales para la Seguridad Alimentaria]. 2003. *Proceedings of the National Workshop on Sharing and Application of Local/Indigenous Knowledge in Tanzania.* Informe de LINKs N.º 5. Roma.
- ²⁴ Ver, por ejemplo, <http://www.harvestplus.org>.
- ²⁵ Informe de país: Kenya.
- ²⁶ Ver, por ejemplo, <http://www.who.int/mediacentre/en/>.
- ²⁷ **Padulosi, S., et al.** *Trends, Challenges and Opportunities in the 21st Century.* En: Engels, J. M. M., et al (redactores). *Managing Plant Genetic Diversity*, 30: 323-338. IPGRI, Roma.
- ²⁸ Informes de países: Azerbaiyán, Bangladesh, China, Dominica, Etiopía, Georgia, India, Indonesia, Jamaica, Malawi, Pakistán, Rumania, Sri Lanka, Uganda, Yemen, Zambia y Zimbabwe.
- ²⁹ Informes de países: Ghana, Hungría, India, Pakistán y Yemen.
- ³⁰ Informes de países: Argentina, Bolivia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, Palau, República Dominicana, San Vicente y las Granadinas y Zimbabwe.
- ³¹ Crops for the Future se creó en 2008 como resultado de una fusión entre el Centro Internacional de

- Cultivos Infrutilizados y la Unidad de Facilitación Global para Especies Subutilizadas. Disponible en www.cropsforthefuture.org/.
- ³² **Thirtle, C., Lin, L. y Piesse, J.** 2003. *The impact of research-led agricultural productivity growth on poverty reduction in Africa, Asia and Latin America*. World Development, 31(12): 1959-1975.
- ³³ **Smale, M. y Koo, B.** 2003. *Biotechnology and genetic resource policies; what is a genebank worth?* Nota de orientación del IIPA. IIPA, Washington, DC.
- ³⁴ **Evenson, R. E. y Gollin, D.** 1997. *Genetic resources, international organizations, and improvement in rice varieties*. Economic Development and Cultural Change, 45(3): 471-500.
- ³⁵ **Hazell, P. B. R.** 2008. *An Assessment of the Impact of Agricultural Research in South Asia since the Green Revolution*. Secretaría del Consejo Científico, Roma.
- ³⁶ **Gollin, D., Morris, M. y Byerlee, D.** 2005. *Technology Adoption in Intensive Post-Green Revolution Systems*. American Journal of Agricultural Economics, 87(5): 1310-1316.
- ³⁷ **Evenson, R. E. y Gollin, D.** (redactores). 2003. *Crop Variety Improvement and Its Effect on Productivity: The Impact of International Agricultural Research*. CAB International, Wallingford, Reino Unido.
- ³⁸ Op. cit. Nota al pie 37.
- ³⁹ **Aquino, P., Carrión, F. y Calvo, R.** 1999. *Selected Wheat Statistics*. En: Pingali, P. L. (redactor). 1998/99. World Wheat Facts and Trends: Global Wheat Research in a Changing World: Challenges and Achievements. CIMMYT. pág. 45-57.
- ⁴⁰ **Lipper, L., Cavatassi, R. y Winters, P.** 2006. *Seed supply and the on-farm demand for diversity: A Case study from Eastern Ethiopia*. En: Smale, M. (redactor): *Valuing crop biodiversity: On farm genetic resources and economic change*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, págs. 223-250.
- ⁴¹ **Lipper, L. y Cooper, D.** 2009. *Managing plant genetic resources for sustainable use in food and agriculture: balancing the benefits in the field*. En: Kontoleon, A., Pascual, U. y Smale, M. (redactores). *Agrobiodiversity, conservation and economic development*. Routledge, Nueva York, págs. 27-39.
- ⁴² Por ejemplo. **Griliches, A.** 1957. *Hybrid corn: An exploration in the economics of technological change*. *Econometrica*, 25(4): 501-522.
- ⁴³ **Horna, J. D., Smale, M. y von Oppen, M.** 2007. *Farmer willingness to pay for seed-related information: rice varieties in Nigeria and Benin*. *Environment and Development Economics*, 12: 799-825.
- ⁴⁴ **Edmeades, S., Smale, M. y Renkow, M.** 2003. *Variety choice and attribute trade-offs in household production models: The case of bananas in Uganda, Framework for Implementing Biosafety: Linking Policy Capacity and Regulation*. ISNAR-FAO Decision Support Toolbox for Biosafety Implementation. Disponible en <http://www.isnar.cgiar.org/lbs/biosafety/index>. Nienhof, A. 2004. *The significance of diversification for rural livelihood systems*. *Food Policy*, 29: 321-338.
- ⁴⁵ **Nienhof, A.** 2004. *The significance of diversification for rural livelihood systems*. *Food Policy*, 29: 321-338
- ⁴⁶ **Winters, P. et al.** 2009. *A Cross Country Comparison of Rural Income Generating Activities*. World Development.
- ⁴⁷ **Sperling, L. y Cooper, D.** 2004. *Understanding Seed Systems and Strengthening Seed Security: A Background Paper*. En: Sperling, L., Cooper, D. y Osborne, T. (redactores). Report of the Workshop on Effective and Sustainable Seed Relief Activities, 26-28 de mayo de 2003. FAO. Roma, págs. 7-33.
- ⁴⁸ **FAO-ESA.** 2009. *Using markets to promote the sustainable utilization of crop genetic resources*. Disponible en <http://www.fao.org/economic/esa/seed2d/projects2/marketsseedsdiversity/en/>.
- ⁴⁹ Disponible en <http://www.fao.org/worldfoodsituation/isfp/en>.



Anexo 1

Lista de países que
brindaron información
para la elaboración del
Segundo Informe sobre
el estado mundial de los
recursos fitogenéticos
para la alimentación y la
agricultura

Lista de países que brindaron información para la elaboración del Segundo Informe

Países	Informes de países (111)	Información sobre el país distinta de los informes de países (12)	NISM (64)
Afganistán	X		
Albania	X		
Alemania	X		
Angola		X	
Argelia	X		X
Argentina	X		X
Armenia	X		X
Azerbaiyán	X		X
Bangladesh	X		X
Bélgica	X	X	
Benín	X		X
Bolivia (Estado Plurinacional de)	X		X
Bosnia y Herzegovina	X		
Brasil	X		
Burkina Faso	X		X
Camerún	X		X
Chile	X		X
China	X		
Chipre	X		
Congo	X		X
Corea, República de	X		
Costa Rica	X		X
Côte d'Ivoire	X		
Croacia	X		
Cuba	X		X
Dinamarca	X	X	
Djibouti	X		
Dominica	X		
Ecuador	X		X
Egipto	X		X
El Salvador	X		X
Eslovaquia	X	X	
Eslovenia		X	
España	X		

ANEXO 1

Lista de países que brindaron información para la elaboración del Segundo Informe

Países	Informes de países	Información sobre el país distinta de los informes de países	NISM
Estonia	X		
Etiopía	X		X
Federación de Rusia	X		
Fiji	X		X
Filipinas	X		X
Finlandia	X	X	
Georgia	X		X
Ghana	X		X
Granada	X		
Grecia	X		
Guatemala	X		X
Guinea	X		X
Hungría	X	X	
India	X		X
Indonesia	X		
Iraq	X		
Irlanda	X	X	
Islandia	X		
Islas Cook	X		
Italia	X		
Jamaica	X		X
Japón	X		
Jordania	X		X
Kazajistán	X		X
Kenya	X		X
Kirguistán	X		X
La ex República Yugoslava de Macedonia	X		
Líbano	X		X
Madagascar	X		
Malasia	X		X
Malawi	X		X
Mali	X		X
Marruecos	X		X
México	X		

Lista de países que brindaron información para la elaboración del Segundo Informe

Países	Informes de países	Información sobre el país distinta de los informes de países	NISM
Namibia	X		
Nepal	X		
Nicaragua	X		X
Níger	X		X
Nigeria	X		X
Noruega	X		
Nueva Zelanda	X		
Omán	X		X
Países Bajos	X		
Pakistán	X		X
Palau	X		X
Papua Nueva Guinea	X		X
Paraguay	X		X
Perú	X		X
Polonia	X		
Portugal	X		X
Reino Unido	X		
República Checa	X		X
República Democrática del Congo	X		X
República Democrática Popular Lao	X		X
República Dominicana	X		X
República Unida de Tanzania	X		X
Rumania	X	X	
Samoa	X		X
San Vicente y las Granadinas	X		
Senegal	X		X
Serbia	X		
Sri Lanka	X		X
Suecia	X	X	
Suiza	X	X	
Suriname	X		
Tailandia	X	X	X
Tayikistán	X		X
Togo	X		X

ANEXO 1

Lista de países que brindaron información para la elaboración del Segundo Informe

Países	Informes de países	Información sobre el país distinta de los informes de países	NISM
Trinidad y Tobago	X		
Turquía	X		X
Ucrania	X		
Uganda	X		X
Uruguay	X		X
Uzbekistán	X		X
Venezuela (República Bolivariana de)	X		X
Viet Nam	X		X
Yemen	X		X
Zambia	X		X
Zimbabwe	X		X



Anexo 2

Distribución regional de los países*

* Este informe sigue la distribución regional de países utilizada para la preparación del primer reporte del Estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación publicado en 1998. Debe notarse, sin embargo, que esta distribución regional no sigue necesariamente la distribución regional de países tal como esta determinada para la elección de países miembros del Consejo de FAO.

ÁFRICA

Subregión	País
África austral	Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, República Unida de Tanzania, Sudáfrica, Swazilandia, Zambia, Zimbabwe
África central	Camerún, Gabón, Guinea Ecuatorial, República Centroafricana, República del Congo, República Democrática del Congo, Santo Tomé y Príncipe
África occidental	Benin, Burkina Faso, Cabo Verde, Chad, Côte d'Ivoire, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Malí, Mauritania, Níger, Nigeria, Senegal, Sierra Leona, Togo
África oriental	Burundi, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Kenya, Rwanda, Somalia, Sudán, Uganda
Islas del Océano Índico	Comoras, Madagascar, Mauricio, Seychelles

AMÉRICA

Subregión	País
América Central y México	Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá
América del Norte	Canadá, Estados Unidos de América
América del Sur	Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)
Caribe	Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Cuba, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tobago

ANEXO 2

ASIA Y EL PACÍFICO

Subregión	País
Asia meridional	Bangladesh, Bhután, India, Maldivas, Nepal, Sri Lanka
Asia oriental	China, Japón, Mongolia, República de Corea, República Popular Democrática de Corea
Asia sudoriental	Brunei Darussalam, Camboya, Filipinas, Indonesia, Malasia, Myanmar, República Democrática Popular Lao, Singapur, Tailandia, Timor Leste, Viet Nam
Región del Pacífico	Australia, Fiji, Islas Cook, Islas Marshall, Islas Salomón, Kiribati, Micronesia (Estados Federados de), Nauru, Niue, Nueva Zelandia, Palau, Papua Nueva Guinea, Samoa, Tonga, Tuvalu, Vanuatu

CERCANO ORIENTE

Subregión	País
Asia central	Azerbaiyán, Kazajstán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán
Asia occidental	Afganistán, Arabia Saudita, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Irán (República Islámica del), Iraq, Kuwait, Omán, Pakistán, Qatar, Turquía, Yemen
Sur/Este del Mediterráneo	Argelia, Cisjordania, Chipre, Franja de Gaza, Egipto, Israel, Jamahiriya Árabe Libia, Jordania, Líbano, Malta, Marruecos, República Árabe Siria, Túnez

EUROPA

Subregión	País
Europa occidental	Alemania, Andorra, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Mónaco, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, San Marino, Suecia, Suiza
Europa oriental	Albania, Armenia, Belarús, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Federación de Rusia, Georgia, Hungría, la ex República Yugoslava de Macedonia, Letonia, Lituania, Montenegro, Polonia, República Checa, Republica de Moldova, Rumania, Serbia, Ucrania



Apéndice 1

Estado, por país, de
la legislación nacional
en materia de recursos
fitogenéticos para
la alimentación y la
agricultura

LEYENDA:

X	Legislación adoptada antes del 1° de enero de 1996
X	Legislación adoptada después del 1° de enero de 1996
Y	Parte de legislación más amplia adoptada antes del 1° de enero de 1996
Y	Parte de legislación más amplia adoptada después del 1° de enero de 1996
O	Proyecto de ley o legislación en curso
Z	Parte de un proyecto de ley más amplio o de legislación en curso
P	Parte del Tratado o Convención antes del 1° de enero de 1996
P	Parte del Tratado o Convención después del 1° de enero de 1996
S	Signatario del Tratado o Convención antes del 1° de enero de 1996
S	Signatario del Tratado o Convención después del 1° de enero de 1996
Regional	Acuerdo regional (esta información solo se da cuando el país que ha firmado el acuerdo regional no ha adoptado la legislación nacional)

Fuentes de información seleccionadas:

- <http://www.cbd.int/abs/measures/>
- <http://www.cbd.int/biosafety/parties/reports.shtml>
- <http://www.ecolex.org/start.php>
- <http://faolex.fao.org/faolex/index.htm>
- https://www.ipcc.int/index.php?id=1110520&no_cache=1&type=legislation&cat=4&L=0
- <http://www.unep.org/biosafety/National%20Biosafety%20frameworks.aspx>
- <http://www.upov.int/en/publications/npvlaws/index.html>
- <http://www.wipo.int/clea/en/>

APÉNDICE 1

ÁFRICA
ÁFRICA OCCIDENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad					
	Internacional		Nacional		Certificación de semillas	Derechos del agricultor	CDB	ABS ²	CIPF	Fitosanitario	Internacional		Nacional		UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC-OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Internacional	Nacional
	TIRFAA																			
Benin	P	P			X					X		P	Regional		P			P	X	
Burkina Faso	P	P			X			P		X		P	Y		P			P	X	
Cabo Verde	S	P						P		X		P			P			P	O	
Chad	P	P						P		X		P	Regional		P			P	O	
Côte d'Ivoire	P	P			X			P		X		P	Regional		P				O	
Gambia		P	Y							X		P			P			P	O	
Ghana	P	P		O	X			P		X		P	O		P			P	O	
Guinea	P	P						P		X		P	Regional		P			P	O	
Guinea-Bissau	P	P			X			P		X		P	Regional		P			P	O	
Liberia	P	P						P		X								P	O	
Mali	P	P			X			P		X		P	Regional		P			P	O	
Mauritania	P	P			X			P		X		P	Regional		P			P		
Niger	P	P			X			P		X		P	Regional		P			P	O	
Nigeria	S	P	Y		X			P		X		P			P			P	O	

¹ No hubo información disponible sobre Andorra, Cisjordania y la Franja de Gaza.

² La legislación sobre el ABS también comprende enfoques, políticas, marcos y principios básicos relativos al ABS a nivel nacional, al igual que reglamentaciones que rigen los bancos de genes.

³ Solo se indica la ley más reciente adoptada en el país. Sin embargo, el color del recuadro no se refiere a la fecha en la que el país adoptó la ley más reciente, sino a la fecha en la que el país se incorporó a la UPOV (antes o después de 1996).

⁴ La legislación referida a los derechos de los obtentores cumple con la UPOV.

⁵ La legislación referida a la PVP no cumple con la UPOV.

ÁFRICA ÁFRICA OCCIDENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional			Nacional			Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Senegal	P	P			X	P	X		P	Regional		P	O
Sierra Leona	P	P				P	X	P					O
Togo	P	P				P	X	P		Regional		P	O

ÁFRICA ÁFRICA CENTRAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional			Nacional			Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Camerún	P	P			X	P	X		P	Y		P	X
Congo	P	P				P	X	P		Regional		P	O
Gabón	P	P				P	X	P		Regional		P	O
Guinea Ecuatorial						P				Regional			
República Centroafricana	P	P				P	X	P		Regional		P	O
República Democrática del Congo	P	P					X	P				P	O
Santo Tomé y Príncipe	P	P				P	X						O

APÉNDICE 1

ÁFRICA
ÁFRICA AUSTRAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional		Nacional	Internacional		Nacional	Internacional		Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF			Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³		ADPIC-OMC	Derechos del obtentor ⁴		PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	
Angola	P	P	X		X					P					P		
Botswana		P			X	P	X			P					P		O
Lesotho	P	P	Y							P					P		O
Malawi	P	P	X	O	X	P	X			P					P		X
Mozambique		P			X	P	X			P					P		O
Namibia	P	P	O	O	Z	P	O			P					P		X
República Unida de Tanzania	P	P	O		X	P	X			P					P		X
Sudáfrica		P	X		X	P	X			P	1978				P		X
Swazilandia	S	P			X	P	X			P					P		O
Zambia	P	P	O		X	P	X			P					P		X
Zimbabwe	P	P	Y		X		X			P					P		X

ÁFRICA ÁFRICA ORIENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF										
Burundi	P	P			X	P	X			P				P	O	
Djibouti	P	P				P				P				P	O	
Eritrea	P	P			X	P	X							P	O	
Etiopía	P	P	X	O	X	P	X							P	O	
Kenya	P	P	X		X	P	X	1978		P	X			P	O	
Rwanda		P			X	P	X			P				P	O	
Somalia		P														
Sudán	P	P			X	P	X							P	O	
Uganda	P	P	X		X	P	X			P	O			P	X	

APÉNDICE 1

ÁFRICA ISLAS DEL OCEANO ÍNDICO

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Comoras		P				P	O					P	O
Madagascar	P	P	O		X	P	X		P			P	O
Mauricio	P	P				P	X		P			P	X
Seychelles	P	P	O			P	X					P	O

**AMÉRICAS
AMÉRICA DEL SUR**

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Biosseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional		Nacional	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF			Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³						ADPIC - OMC
Argentina	S	P	O		X	P	X	1978	P		X		S	Y		
Bolivia (Estado Plurinacional de)		P	X		X	P	X	1978	P		X		P	X		
Brasil	P	P	X	Y	X	P	X	1978	P		X		P	X		
Chile	S	P	O		X	S	X	1978	P		X		S	X		
Colombia	S	P	X		X	P	X	1978	P		X		P	X		
Ecuador	P	P	Z		X	P	X	1978	P		X		P	O		
Paraguay	P	P	Y	Y	X	P	X	1978	P		X		P	X		
Perú	P	P	X		X	P	X		P		X		P	X		
Uruguay	P	P	O		X	P	X	1978	P		X		S	X		
Venezuela (República Bolivariana de)	P	P	X		X	P	X		P			X	P	X		

APÉNDICE 1

AMÉRICAS AMÉRICA CENTRAL Y MÉXICO

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Costa Rica	P	P	X	Y	X	P	X	1991	P	X		P	X
El Salvador	P	P			X	P	X		P		X	P	X
Guatemala	P	P	Y		X	P	X		P	O		P	X
Honduras	P	P			X	P	X		P			P	X
México		P	X		X	P	X	1978	P	X		P	X
Nicaragua	P	P	Y		X	P	X	1978	P	X		P	O
Panamá	P	P	X		X	P	X	1978	P	X		P	X

**AMÉRICAS
CARIBE**

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF										
Antigua y Barbuda		P				P	X		P			P		P	O	
Bahamas		P				P	X					P		P	O	
Barbados		P				P	X		P		X	P		P	O	
Belice		P				P	X		P		X	P		P	X	
Cuba	P	P	Y	Y	X	P	X		P		X	P		P	X	
Dominica		P				P	X		P		X	P		P	O	
Granada		P				P	X		P			P		P	O	
Guyana		P	O		O	P	X		P			P		P	O	
Haití	S	P				P	X		P			P		S		
Jamaica		P				P	X		P			P		S	O	
República Dominicana	S	P	O		X	P	X		P	1991	X	P		P	O	
Saint Kitts y Nevis		P				P	X		P			P		P	O	
San Vicente y las Granadinas		P				P	X		P			P		P	O	
Santa Lucía	P	P				P	X		P			P		P	O	

APÉNDICE 1

AMÉRICAS CARIBE (continuación)

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Suriname		P			S	X			P			P	O
Trinidad y Tobago	P	P			P	X	1978	P		X		P	

AMÉRICAS AMÉRICA DEL NORTE

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Canadá	P	P			X	P			P			S	Y
Estados Unidos de América	S	S			X	P	1991	P		X			X

ASIA Y EL PACÍFICO
ASIA MERIDIONAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIFE			Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴				
Bangladesh	P	P	X	X	X	P	X			P		X		P		O
Bhután	P	P	X		X	P	X							P		O
India	P	P	X	X	X	P	X			P		X		P		X
Maldivas	P	P				P				P				P		
Nepal	P	P	O	O	X	P	X			P				S		X
Sri Lanka		P	O		X	P	X			P		X		P		O

APÉNDICE 1

ASIA Y EL PACÍFICO ASIA SUDORIENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria			Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad			
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional			
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF			Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴			PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
Brunei Darussalam		P	Regional														
Cambodia	P	P	Regional			P	X								P	O	
Filipinas	P	P	X	O	X	P		X							P	X	
Indonesia	P	P	Y		X	P		X							P	X	
Malasia	P	P	O	Y	X	P		X							P	X	
Myanmar	P	P	Regional		O	P									P	O	
República Democrática Popular Lao	P	P	Regional		X	P									P		
Singapur		P	Regional		X												
Tailandia	S	P	Y	Y	X	P									P	O	
Timor Leste		P															
Viet Nam		P	Y		X	P									P	X	

ASIA Y EL PACÍFICO

ASIA ORIENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor			Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³			ADPIC - OMC
China		P	Y		X	P	X	1978	P	X		P	X
Japón		P			X	P	X	1991	P	X		P	X
Mongolia		P				P			P			P	O
República de Corea	P	P	Y		X	P	X	1991	P	X		P	X
República Popular Democrática de Corea	P	P				P	X					P	O

APÉNDICE 1

ASIA Y EL PACÍFICO
PACÍFICO

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria			Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Certificación de semillas	Derechos del agricultor	CIPF	Nacional	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVPs	Internacional	Nacional	Protocelo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor												
Australia	P	P	Y		X	P	X	1991	P		X					X
Fiji	P	P				P	X		P				P			
Islas Cook	P	P				P	X						S		O	
Islas Marshall	S	P					X						P			
Islas Salomón		P				P	X		P				P			
Kiribati	P	P					X						P			
Micronesia (Estados Federados de)		P				P	X									
Nauru		P				P							P			
Niue		P				P	X						P		O	
Nueva Zelanda		P	O			P	X	1978	P	X			P	X		X
Palau	P	P				P	X						P		O	
Papua Nueva Guinea		P				P	X		P				P		O	
Samoa	P	P				P	X						P		O	
Tonga		P				P	X		P				P		O	
Tuvalu		P				P	X									
Vanuatu		P	Y			P	X								O	

**CERCANO ORIENTE
SUR/ESTE DEL MEDITERRÁNEO**

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas				Protección fitosanitaria		Derechos de Propiedad Intelectual				Biosseguridad		
	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PV ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de biosseguridad
Argelia	P	P			X	P	X				X	P	O
Chipre	P	P			X	P	X	P			X	P	X
Egipto	P	P	Y		X	P	X	P		O	X	P	X
Israel		P			X	P	X	P		1991	X		X
Jamahiyya Árabe Libia	P	P				P	X					P	O
Jordania	P	P	O		X	P	X	P		1991	X	P	O
Libano	P	P	O		X	P	X						O
Malta	S	P			X	P	X	P				P	X
Marruecos	P	P	O		X	P	X	P		1991	X	S	O
República Árabe Siria	P	P	O		X	P	X					P	X
Túnez	P	P	O		X	P	X	P		1991	X	P	O

APÉNDICE 1

CERCANO ORIENTE
ASIA OCCIDENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas										Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional		Nacional		Internacional		Nacional		Internacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC-OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reglamentos en materia de bioseguridad			
Afganistán	P	P	Y		X											
Arabia Saudita	P	P				P		P			X	P				
Bahrein		P				P		P			X					
Emiratos Árabes Unidos	P	P			X	P		P								
Irán (República Islámica del)	P	P		O	X	P					X	P			O	
Iraq		P			X	P										
Kuwait	P	P				P			P							
Omán	P	P				P		P	X			P			O	
Pakistán	P	P	O	O	X	P		P		X		P		X		
Qatar	P	P				P		P							O	
Turquía	P	P	Y	O	X	P		P	X			P			O	
Yemen	P	P			X	P					X	P			O	

CERCANO ORIENTE
ASIA CENTRAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF										
Azerbaiyán		P			X	P	X	1991		X				P		
Kazajistán		P			X		X				X			P	X	
Kirguistán	P	P			X	P	X	1991	P	X				P	O	
Tayikistán		P			X		X							P	X	
Turkmenistán		P			X									P		
Uzbekistán		P			X			1991		X						

APÉNDICE 1

EUROPA OCCIDENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional		Nacional		Certificación de semillas	Derechos del agricultor	ABS ²	CDB	TIRFAA	CIPF	Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴	PVP ⁵	Protocolo de Cartagena	Reclamos en materia de bioseguridad
	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional													
Alemania	P	P	Y	Y	X				P	X	1991	P		X	P	X	
Austria	P	P	Y	Y	X				P	X	1991	P		X	P	X	
Bélgica	P	P			X				P	X	1972	P		X	P	X	
Dinamarca	P	P	Regional		X				P	X	1991	P		X	P	X	
España	P	P			X				P	X	1991	P		X	P	X	
Finlandia	P	P	Regional		X				P	X	1991	P		X	P	X	
Francia	P	P		Y	X				P	X	1978	P		X	P	X	
Grecia	P	P	X		X				P	X		P	Regional		P	Y	
Irlanda	P	P			X				P	X	1978	P		X	P	X	
Islandia	P	P	Regional						P	X	1991	P	O	X	S		
Italia	P	P	X	X	X				P	X	1978	P		X	P	X	
Liechtenstein		P										P					
Luxemburgo	P	P			X				P	X		P	Regional		P	X	
Mónaco		P													S		
Noruega	P	P	Z		X				P	X	1978	P		X	P	X	

EUROPA
EUROPA OCCIDENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria			Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad		
	Internacional			Nacional			Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Derechos del obtentor ⁴	PVPs	Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF										
Países Bajos	P	P			X	P	X	1991	P	X			P	X		
Portugal	P	P	X		X	P	X	1978	P	X			P	X		
Reino Unido	P	P			X	P	X	1991	P	X			P	X		
San Marino		P														
Suecia	P	P	Regional		X	P	X	1991	P	X			P	X		
Suiza	P	P			X	P	X	1991	P	X			P	X		

APÉNDICE 1

EUROPA EUROPA ORIENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional			Nacional			Internacional	Nacional	Internacional	Nacional	Internacional		Nacional	Internacional	Nacional	
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF					Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³				ADPIC - OMC
Albania	P	P	Y		X	P	X		1991	P	X		P	O		
Armenia	P	P			X	P	X			P		X	P	O		
Belarús		P			X	P	X		1991		X		P	X		
Bosnia y Herzegovina		P				P					O	X	P	O		
Bulgaria	P	P	Y			P	X		1991	P	X		P	X		
Croacia	P	P			X	P	X		1991	P	X		P	O		
Eslovaquia		P	X		X	P	X		1991	P	X		P	X		
Eslovenia	P	P			X	P	X		1991	P	X		P	X		
Estonia	P	P		Y	X	P	X		1991	P	X		P	X		
Federación de Rusia		P			X	P	X		1991		X			X		
Georgia		P			X	P	X		1991	P	X		P	O		
Hungría	P	P	X		X	P	X		1991	P	X		P	X		
La ex República Yugoslava de Macedonia	S	P			X	P	X			P	O		P	X		
Letonia	P	P			X	P	X		1991	P	X		P	X		

EUROPA
EUROPA ORIENTAL

Países ¹	Biodiversidad agrícola con inclusión de acceso a recursos fitogenéticos y semillas						Protección fitosanitaria				Derechos de Propiedad Intelectual				Bioseguridad	
	Internacional		Nacional				Internacional	Nacional	Internacional		Nacional		Internacional	Nacional	Internacional	Nacional
	TIRFAA	CDB	ABS ²	Derechos del agricultor	Certificación de semillas	CIPF			Fitosanitario	UPOV (ley más reciente) ³	ADPIC - OMC	Derechos del obtentor ⁴				
Lituania	P	P	Y		X	P	X		1991	P	X			P	X	
Montenegro		P				P							X	P		
Polonia	P	P			X	P	X		1991	P	X			P	X	
República Checa	P	P	X		X	P	X		1991	P	X			P	X	
República de Moldova		P			X	P	X		1991	P	X			P	X	
Rumania	P	P			X	P	X		1991	P	X			P	X	
Serbia	S	P			X	P	X						X	P	X	
Ucrania		P	O		X	P	X		1991	P	X			P	X	



Apéndice 2

Principales colecciones
de germoplasma, por
cultivo e institución

LEYENDA:

Las colecciones de muestras de germoplasma de los principales cultivos se agrupan en categorías de cultivos principales (cereales; legumbres para alimentación; raíces y tubérculos; hortalizas; frutos secos, frutos y bayas; cultivos oleaginosos; cultivos forrajeros; cultivos azucareros; cultivos de fibras; plantas medicinales, aromáticas, especias y cultivos estimulantes; y cultivos industriales y ornamentales). Las colecciones se enumeran por instituto (que se indican con una sigla y el código WIEWS de la institución) en orden descendente, según el tamaño de la colección. El porcentaje de muestras es el porcentaje del total del género.

Las muestras se clasifican por tipo y se expresan como porcentaje de la colección del instituto: especies silvestres; razas nativas/cultivares antiguos; cultivares de avanzada; líneas de mejoramiento.

WS: especies silvestres (*wild species*).

LR: razas nativas/cultivares antiguos (*landraces/old cultivars*).

BL: materiales de investigación/líneas de mejoramiento (*research materials/breeding lines*).

AC: cultivares de avanzada (*advanced cultivars*).

OT: (otros) se desconoce el tipo o es una mezcla de dos o más tipos (*others*).

La información de este Apéndice se basa en la cantidad de muestras de germoplasma.

Los nombres completos de los institutos que se mencionan en el siguiente cuadro se indican en la sección "Siglas y abreviaturas", al final de este documento.

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Trigo	<i>Triticum</i>	MEX002	CIMMYT	110 281	13	6	31	50	7	6
Trigo	<i>Triticum</i>	USA029	NSGC	57 348	7	4	57	24	14	<1
Trigo	<i>Triticum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	43 039	5	5				95
Trigo	<i>Triticum</i>	IND001	NBPGR	35 889	4	4	2	9	1	84
Trigo	<i>Triticum</i>	SYR002	ICARDA	34 951	4	5	75		<1	21
Trigo	<i>Triticum</i>	JPN003	NIAS	34 652	4	3	4	31		61
Trigo	<i>Triticum</i>	RUS001	VIR	34 253	4	1	43	20	35	<1
Trigo	<i>Triticum</i>	ITA004	IGV	32 751	4	2	98			
Trigo	<i>Triticum</i>	DEU146	IPK	26 842	3	4	49	12	32	4
Trigo	<i>Triticum</i>	AUS003	TAMAWC	23 811	3		3	50	32	16
Trigo	<i>Triticum</i>	IRN029	NPGBI-SPII	18 442	2					100
Trigo	<i>Triticum</i>	KAZ023	RIA	18 000	2					100
Trigo	<i>Triticum</i>	BRA015	CNPT	13 464	2					100
Trigo	<i>Triticum</i>	ETH085	IBC	13 421	2		100			<1
Trigo	<i>Triticum</i>	BGR001	IPGR	12 539	1	<1	9	7	2	82
Trigo	<i>Triticum</i>	POL003	IHAR	11 586	1		3	88	7	3
Trigo	<i>Triticum</i>	FRA040	INRA-CLERMON	10 715	1					100
Trigo	<i>Triticum</i>	CAN004	PGRC	10 514	1	19	14	35	28	3
Trigo	<i>Triticum</i>	CZE122	RICP	10 419	1	2	7	27	64	<1
Trigo	<i>Triticum</i>	GBR011	IPSR	9 462	1		11	28	25	36
Trigo	<i>Triticum</i>	CHL008	INIA QUIL	9 333	1					100
Trigo	<i>Triticum</i>	UZB006	UzRIPI	9 277	1					100
Trigo	<i>Triticum</i>	HUN003	RCA	8 569	1		2	<1	12	86
Trigo	<i>Triticum</i>	CYP004	ARI	7 696	1		1	99		
Trigo	<i>Triticum</i>	CHE001	RAC	7 266	1					100
Trigo	<i>Triticum</i>	UKR001	IR	7 220	1		4	42	53	1
Trigo	<i>Triticum</i>	PER002	UNALM	7 000	1					100
Trigo	<i>Triticum</i>		Otros (202)	237 428	28	5	14	15	22	44
Trigo	<i>Triticum</i>		Total	856 168	100	4	24	20	13	39

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Arroz	<i>Oryza</i>	PHL001	IRRI	109 136	14	4	44	9	3	39
Arroz	<i>Oryza</i>	IND001	NBGR	86 119	11	1	18	<1	12	69
Arroz	<i>Oryza</i>	CHN121	CNRRI	70 104	9	1	70	13	9	7
Arroz	<i>Oryza</i>	JPN003	NIAS	44 489	6	<1	22	19		59
Arroz	<i>Oryza</i>	KOR011	RDAGB-GRD	26 906	3	5	5	13	4	74
Arroz	<i>Oryza</i>	USA970	DB NRRC	23 090	3	<1	5	93	2	
Arroz	<i>Oryza</i>	CIV033	WARDA	21 527	3	1	47	51		1
Arroz	<i>Oryza</i>	THA399	BRDO	20 000	3		100			
Arroz	<i>Oryza</i>	LAO010	NARC	13 193	2		100			
Arroz	<i>Oryza</i>	MYS117	SR, MARDI	11 596	1	1	99			
Arroz	<i>Oryza</i>	BRA008	CNPAF	10 980	1					100
Arroz	<i>Oryza</i>	CIV005	IDESSA	9 675	1					100
Arroz	<i>Oryza</i>	FRA014	Cirad	7 306	1					100
Arroz	<i>Oryza</i>	BGD002	BRRI	6 259	1	2	79	14		5
Arroz	<i>Oryza</i>	VNM049	PRC	6 083	1					100
Arroz	<i>Oryza</i>	IDN009	CRIA	5 917	1					100
Arroz	<i>Oryza</i>	PHL158	PhilRice	5 000	1		100			
Arroz	<i>Oryza</i>	PAK001	PGRI	4 949	1		100			
Arroz	<i>Oryza</i>	PER017	INIA-EEA. POV	4 678	1				100	
Arroz	<i>Oryza</i>		Otros (160)	286 941	37	3	26	6	11	54
Arroz	<i>Oryza</i>		Total	773 948	100	2	35	11	7	45
Cebada	<i>Hordeum</i>	CAN004	PGRC	40 031	9	12	41	27	13	7
Cebada	<i>Hordeum</i>	USA029	NSGC	29 874	6	7	56	23	15	
Cebada	<i>Hordeum</i>	BRA003	CENARGEN	29 227	6					100
Cebada	<i>Hordeum</i>	SYR002	ICARDA	26 679	6	7	67		<1	25
Cebada	<i>Hordeum</i>	JPN003	NIAS	23 471	5	<1	6	15		79
Cebada	<i>Hordeum</i>	DEU146	IPK	22 093	5	6	56	12	24	2
Cebada	<i>Hordeum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	18 617	4					100
Cebada	<i>Hordeum</i>	KOR011	RDAGB-GRD	17 660	4		25	10	<1	64
Cebada	<i>Hordeum</i>	RUS001	VIR	16 791	4		25			75
Cebada	<i>Hordeum</i>	ETH085	IBC	16 388	4		94			6

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Cebada	<i>Hordeum</i>	MEX002	CIMMYT	15 473	3	<1	3	77	11	9
Cebada	<i>Hordeum</i>	SWE054	NORDGEN	14 109	3	5	5	84	4	2
Cebada	<i>Hordeum</i>	GBR011	IPSR	10 838	2		17	30	23	29
Cebada	<i>Hordeum</i>	IND001	NBPGR	9 161	2	11	3	13	2	71
Cebada	<i>Hordeum</i>	AUS091	SPB-UWA	9 031	2					100
Cebada	<i>Hordeum</i>	IRN029	NPGBI-SPII	7 816	2					100
Cebada	<i>Hordeum</i>	ISR003	ICCI-TELAVUN	6 658	1	100	<1			<1
Cebada	<i>Hordeum</i>	POL003	IHAR	6 184	1		2	94	2	2
Cebada	<i>Hordeum</i>	BGR001	IPGR	6 171	1	<1	<1	4	7	88
Cebada	<i>Hordeum</i>		Otros (180)	140 259	30	4	12	13	11	60
Cebada	<i>Hordeum</i>		Total	466 531	100	5	23	17	8	47
Maíz	<i>Zea</i>	MEX002	CIMMYT	26 596	8	1	89	2	8	
Maíz	<i>Zea</i>	PRT001	BPGV-DRAEDM	24 529	7		8	91	1	
Maíz	<i>Zea</i>	USA020	NC7	19 988	6	2	79	17	2	1
Maíz	<i>Zea</i>	CHN001	ICGR-CAAS	19 088	6					100
Maíz	<i>Zea</i>	MEX008	INIFAP	14 067	4	1				99
Maíz	<i>Zea</i>	RUS001	VIR	10 483	3		31			69
Maíz	<i>Zea</i>	IND001	NBPGR	6 909	2	6	16	15	2	61
Maíz	<i>Zea</i>	JPN003	NIAS	5 935	2		7	4		88
Maíz	<i>Zea</i>	SRB001	MRIZP	5 475	2		55	45		
Maíz	<i>Zea</i>	COL029	CORPOICA	5 234	2					100
Maíz	<i>Zea</i>	ROM007	BRGV Suceava	4 815	1		69	28	3	<1
Maíz	<i>Zea</i>	BGR001	IPGR	4 700	1		23	14	<1	63
Maíz	<i>Zea</i>	FRA041	INRA-MONTPEL	4 139	1		28	72		
Maíz	<i>Zea</i>	BRA003	CENARGEN	4 112	1					100
Maíz	<i>Zea</i>	UKR001	IR	3 974	1		13	83	5	<1
Maíz	<i>Zea</i>	PER002	UNALM	3 023	1		100			
Maíz	<i>Zea</i>	VNM237	SSJC	2 914	1			100		
Maíz	<i>Zea</i>	HUN003	RCA	2 765	1		38	8	3	51
Maíz	<i>Zea</i>	ARG1346	BAP	2 584	1		100			
Maíz	<i>Zea</i>	ESP004	INIACRF	2 344	1	<1	95	1		4

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Maíz	<i>Zea</i>	UZB006	UzRIPI	2 200	1					100
Maíz	<i>Zea</i>	GRC001	CERI	2 048	1			85	14	<1
Maíz	<i>Zea</i>	PHL130	IPB-UPLB	2 013	1	<1	100			
Maíz	<i>Zea</i>	ECU021	EETP	2 000	1				100	
Maíz	<i>Zea</i>		Otros (257)	145 997	45	<1	29	17	5	49
Maíz	<i>Zea</i>		Total	327 932	100	1	33	21	4	42
Sorgo	<i>Sorghum</i>	IND002	ICRISAT	37 904	16	1	86	13	<1	
Sorgo	<i>Sorghum</i>	USA016	S9	36 173	15	1	41	8	3	48
Sorgo	<i>Sorghum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	18 263	8					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	IND001	NBPGR	17 466	7	15	73	1	1	10
Sorgo	<i>Sorghum</i>	ETH085	IBC	9 772	4		100			<1
Sorgo	<i>Sorghum</i>	BRA001	CNPMS	7 225	3					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	KEN015	KARI-NGBK	5 866	2	2	52	<1	1	44
Sorgo	<i>Sorghum</i>	JPN003	NIAS	5 074	2	<1	6	12		81
Sorgo	<i>Sorghum</i>	AUS048	ATCFE	4 487	2	8	2	70	6	15
Sorgo	<i>Sorghum</i>	MEX008	INIFAP	3 990	2					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	RUS001	VIR	3 963	2		16	3	1	81
Sorgo	<i>Sorghum</i>	FRA202	ORSTOM-MONTP	3 859	2	1			99	
Sorgo	<i>Sorghum</i>	ZMB030	SPGRC	3 720	2	1	99			<1
Sorgo	<i>Sorghum</i>	ARG1342	BBC-INTA	3 249	1					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	SDN001	ARC	3 145	1					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	MLI070	URG	2 673	1		100			
Sorgo	<i>Sorghum</i>	UGA001	SAARI	2 635	1					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>	VEN152	DANAC	2 068	1			100		
Sorgo	<i>Sorghum</i>	HND005	EAPZ	2 000	1					100
Sorgo	<i>Sorghum</i>		Otros (153)	62 156	26	<1	14	10	11	63
Sorgo	<i>Sorghum</i>		Total	235 688	100	2	38	9	5	47
Avena	<i>Avena</i>	CAN004	PGRC	27 676	21	55	12	20	12	1
Avena	<i>Avena</i>	USA029	NSGC	21 195	16	49	14	24	13	

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Avena	<i>Avena</i>	RUS001	VIR	11 857	9	19	41	<1	1	39
Avena	<i>Avena</i>	DEU146	IPK	4 799	4	15	33	9	38	4
Avena	<i>Avena</i>	KEN015	KARI-NGBK	4 197	3	<1				100
Avena	<i>Avena</i>	AUS003	TAMAWC	3 674	3			<1	<1	99
Avena	<i>Avena</i>	CHN001	ICGR-CAAS	3 357	3					100
Avena	<i>Avena</i>	GBR011	IPSR	2 598	2	<1	17	22	53	8
Avena	<i>Avena</i>	POL003	IHAR	2 328	2	<1	5	44	48	3
Avena	<i>Avena</i>	BGR001	IPGR	2 311	2	<1	1	6	2	91
Avena	<i>Avena</i>	MAR088	INRA CRRAS	2 133	2		<1			100
Avena	<i>Avena</i>	CZE047	KROME	2 011	2	<1	3	1	53	42
Avena	<i>Avena</i>	ISR003	ICCI-TELAVUN	1 604	1	100				
Avena	<i>Avena</i>	JPN003	NIAS	1 540	1		2	6		92
Avena	<i>Avena</i>	FRA010	INRA-RENNES	1 504	1					100
Avena	<i>Avena</i>	ESP004	INIACRF	1 318	1	<1	97		1	1
Avena	<i>Avena</i>	HUN003	RCA	1 301	1	<1	6		8	86
Avena	<i>Avena</i>	ARG1224	EEA INTA Bordenave	1 287	1			100		
Avena	<i>Avena</i>	PER002	UNALM	1 200	1					100
Avena	<i>Avena</i>	IND027	IGFRI	1 125	1					100
Avena	<i>Avena</i>		Otros (104)	31 638	24	3	12	7	13	66
Avena	<i>Avena</i>		Total	130 653	100	24	14	13	12	37
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	IND002	ICRISAT	21 583	33	3	86	9	1	1
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	BRA001	CNPMS	7 225	11					100
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	IND064	NBGR	5 772	9		100			
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	FRA202	ORSTOM-MONTP	4 405	7	8		10	82	
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	CAN004	PGRC	3 816	6	1	98	<1	<1	1
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	NER047	ICRISAT	2 817	4		100			
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	UGA001	SAARI	2 142	3					100
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>	USA016	S9	2 063	3	1	28	3	1	68
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>		Otros (96)	15 624	24	10	57	3	1	29
Mijo perla	<i>Pennisetum</i>		Total	65 447	100	4	62	4	6	24

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Mijo	<i>Setaria</i>	CHN001	ICGR-CAAS	26 233	56					100
Mijo	<i>Setaria</i>	IND001	NBGR	4 392	9	<1	17		<1	82
Mijo	<i>Setaria</i>	FRA202	ORSTOM-MONTP	3 500	8					100
Mijo	<i>Setaria</i>	JPN003	NIAS	2 531	5	1	38	1		60
Mijo	<i>Setaria</i>	IND002	ICRISAT	1 535	3	4	96			
Mijo	<i>Setaria</i>	USA020	NC7	1 010	2	2	11	1	2	84
Mijo	<i>Setaria</i>		Otros (74)	7 405	16	8	51	1	2	38
Mijo	<i>Setaria</i>		Total	46 606	100	1	15	<1	<1	83
Trigo	<i>Aegilops</i>	ISR003	ICCI-TELAVUN	9 146	22	100				<1
Trigo	<i>Aegilops</i>	SYR002	ICARDA	3 847	9	100				<1
Trigo	<i>Aegilops</i>	IRN029	NPGBI-SPII	2 653	6	99				1
Trigo	<i>Aegilops</i>	JPN003	NIAS	2 433	6	5				95
Trigo	<i>Aegilops</i>	RUS001	VIR	2 248	5					100
Trigo	<i>Aegilops</i>	USA029	NSGC	2 207	5	100				
Trigo	<i>Aegilops</i>	ARM035	LPGPB	1 827	4	100		<1		
Trigo	<i>Aegilops</i>	DEU146	IPK	1 526	4	100				<1
Trigo	<i>Aegilops</i>	MEX002	CIMMYT	1 326	3	99		<1		<1
Trigo	<i>Aegilops</i>	FRA010	INRA-RENNES	1 070	3					100
Trigo	<i>Aegilops</i>		Otros (52)	12 643	31	81	3	2		14
Trigo	<i>Aegilops</i>		Total	40 926	100	80	1	1		18
Trigo	<i>Triticosecale</i>	MEX002	CIMMYT	17 394	46	<1		97	3	<1
Trigo	<i>Triticosecale</i>	RUS001	VIR	2 030	5					100
Trigo	<i>Triticosecale</i>	USA029	NSGC	2 009	5		1	83	16	
Trigo	<i>Triticosecale</i>	CAN091	SCRDC-AAFC	2 000	5					100
Trigo	<i>Triticosecale</i>	UKR001	IR	1 748	5			86	13	1
Trigo	<i>Triticosecale</i>	POL025	LUBLIN	1 748	5			63	33	3
Trigo	<i>Triticosecale</i>	DEU146	IPK	1 577	4		2	81	17	<1
Trigo	<i>Triticosecale</i>		Otros (62)	8 934	24	4	<1	36	11	49
Trigo	<i>Triticosecale</i>		Total	37 440	100	1	<1	68	8	23

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Mijo	<i>Eleusine</i>	IND001	NBGR	9 522	27	<1	18	<1	1	80
Mijo	<i>Eleusine</i>	IND002	ICRISAT	5 949	17	2	95	1	2	
Mijo	<i>Eleusine</i>	KEN015	KARI-NGBK	2 931	8	3	61	1		35
Mijo	<i>Eleusine</i>	ETH085	IBC	2 173	6	<1	100			<1
Mijo	<i>Eleusine</i>	UGA001	SAARI	1 231	3					100
Mijo	<i>Eleusine</i>	ZMB030	SPGRC	1 040	3	<1	100			<1
Mijo	<i>Eleusine</i>	NPL055	CPBBB	869	2		100			
Mijo	<i>Eleusine</i>	USA016	S9	766	2		<1			100
Mijo	<i>Eleusine</i>		Otros (38)	10 901	31	1	71	<1	<1	28
Mijo	<i>Eleusine</i>		Total	35 382	100	1	59	<1	1	39
Amaranto	<i>Amaranthus</i>	IND001	NBGR	5 760	20	6	25		5	65
Amaranto	<i>Amaranthus</i>	USA020	NC7	3 341	12	11	22	4	4	59
Amaranto	<i>Amaranthus</i>	BRA003	CENARGEN	2 328	8					100
Amaranto	<i>Amaranthus</i>	PER027	UNSAAC/CICA	1 600	6		100			
Amaranto	<i>Amaranthus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	1 459	5					100
Amaranto	<i>Amaranthus</i>		Otros (106)	13 825	49	6	47	3	1	42
Amaranto	<i>Amaranthus</i>		Total	28 313	100	5	36	2	2	54
Centeno	<i>Secale</i>	RUS001	VIR	2 928	14		34			66
Centeno	<i>Secale</i>	DEU146	IPK	2 392	11	9	27	27	30	7
Centeno	<i>Secale</i>	POL003	IHAR	2 266	11	<1	12	86		2
Centeno	<i>Secale</i>	USA029	NSGC	2 106	10	4	77	3	16	1
Centeno	<i>Secale</i>	CAN004	PGRC	1 446	7	10	23	16	47	3
Centeno	<i>Secale</i>	BGR001	IPGR	1 248	6	<1	3	61	<1	35
Centeno	<i>Secale</i>		Otros (88)	8 806	42	9	26	12	17	36
Centeno	<i>Secale</i>		Total	21 192	100	6	29	22	15	27
Quinua	<i>Chenopodium</i>	BOL138	BNGGA-PROINPA	4 312	27	9	91			
Quinua	<i>Chenopodium</i>	PER014	INIA-EEA.ILL	1 396	9		18			82
Quinua	<i>Chenopodium</i>	DEU146	IPK	1 056	6	93	1		<1	6

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cereales										
Quinua	<i>Chenopodium</i>	ECU023	DENAREF	681	4	2	62	2	3	32
Quinua	<i>Chenopodium</i>	ARG1191	UBA-FA	500	3		100			
Quinua	<i>Chenopodium</i>	COL006	U.NACIONAL	300	2					100
Quinua	<i>Chenopodium</i>		Otros (69)	8 018	49	6	49	<1	1	44
Quinua	<i>Chenopodium</i>		Total	16 263	100	11	55	<1	1	32
Tef	<i>Eragrostis</i>	ETH085	IBC	4 741	54		100			
Tef	<i>Eragrostis</i>	USA022	W6	1 302	15	44	15	<1	4	37
Tef	<i>Eragrostis</i>	KEN015	KARI-NGBK	1 051	12	5	<1			95
Tef	<i>Eragrostis</i>	JPN003	NIAS	327	4	8	2	1		89
Tef	<i>Eragrostis</i>	IND001	NBPGR	269	3	6				94
Tef	<i>Eragrostis</i>	MEX035	CIFAP-CAL	258	3					100
Tef	<i>Eragrostis</i>		Otros (42)	872	10	60	13	1	1	24
Tef	<i>Eragrostis</i>		Total	8 820	100	14	57	<1	1	28

Legumbres para alimentación										
Frijol	<i>Phaseolus</i>	COL003	CIAT	35 891	14	6	85	2	7	
Frijol	<i>Phaseolus</i>	USA022	W6	14 674	6	6	67	3	21	4
Frijol	<i>Phaseolus</i>	BRA008	CNPAF	14 460	6					100
Frijol	<i>Phaseolus</i>	MEX008	INIFAP	12 752	5	17				83
Frijol	<i>Phaseolus</i>	DEU146	IPK	8 680	3	1	66	4	28	1
Frijol	<i>Phaseolus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	7 365	3					100
Frijol	<i>Phaseolus</i>	RUS001	VIR	6 144	2		22	20	3	55
Frijol	<i>Phaseolus</i>	MWI004	BCA	6 000	2		100			
Frijol	<i>Phaseolus</i>	HUN003	RCA	4 350	2		70	<1	<1	30
Frijol	<i>Phaseolus</i>	IDN002	LBN	3 846	1					100
Frijol	<i>Phaseolus</i>	KEN015	KARI-NGBK	3 534	1	<1	34	3	35	28
Frijol	<i>Phaseolus</i>	BGR001	IPGR	3 220	1		32		<1	68
Frijol	<i>Phaseolus</i>	ECU023	DENAREF	3 102	1	2	6	17	<1	75
Frijol	<i>Phaseolus</i>	RWA002	ISAR	3 075	1					100
Frijol	<i>Phaseolus</i>	ESP004	INIACRF	3 038	1		98	<1	<1	1

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Frijol	<i>Phaseolus</i>		Otros (231)	131 832	50	1	30	5	13	52
Frijol	<i>Phaseolus</i>		Total	261 963	100	2	39	4	10	45
Soja	<i>Glycine</i>	CHN001	ICGR-CAAS	32 021	14	21				79
Soja	<i>Glycine</i>	USA033	SOY	21 075	9	10	80	5	4	1
Soja	<i>Glycine</i>	KOR011	RDAGB-GRD	17 644	8	<1	45	5	1	50
Soja	<i>Glycine</i>	TWN001	AVRDC	15 314	7		<1		<1	100
Soja	<i>Glycine</i>	BRA014	CNPISO	11 800	5					100
Soja	<i>Glycine</i>	JPN003	NIAS	11 473	5	5	33	21		40
Soja	<i>Glycine</i>	RUS001	VIR	6 439	3		9	40	41	11
Soja	<i>Glycine</i>	IND016	AICRP-Soybean	4 022	2	<1				100
Soja	<i>Glycine</i>	CIV005	IDESSA	3 727	2					100
Soja	<i>Glycine</i>	TWN006	TARI	2 745	1					100
Soja	<i>Glycine</i>	DEU146	IPK	2 661	1	1	23	53	23	
Soja	<i>Glycine</i>	ZWE003	CBICAU	2 236	1					100
Soja	<i>Glycine</i>	IDN182	ICRR	2 198	1	<1				100
Soja	<i>Glycine</i>	AUS048	ATCFE	2 121	1	3	<1	38	52	6
Soja	<i>Glycine</i>	NGA039	IITA	1 909	1		5	4	1	90
Soja	<i>Glycine</i>	FRA060	AMFO	1 582	1					100
Soja	<i>Glycine</i>	THA005	FCRI-DA/TH	1 510	1			100		
Soja	<i>Glycine</i>	MEX001	INIA-Iguala	1 500	1					100
Soja	<i>Glycine</i>	PHL130	IPB-UPLB	1 381	1		100			
Soja	<i>Glycine</i>	UKR001	IR	1 288	1	3	1	21	72	3
Soja	<i>Glycine</i>	COL017	ICA/REGION 1	1 235	1		<1	64	13	22
Soja	<i>Glycine</i>	SRB002	IFVCNS	1 200	1				100	
Soja	<i>Glycine</i>	ROM002	ICCPT Fundul	1 024	<1			62	38	<1
Soja	<i>Glycine</i>		Otros (166)	81 839	36	7	11	4	27	51
Soja	<i>Glycine</i>		Total	229 944	100	6	17	7	13	56
Cacahuete	<i>Arachis</i>	IND002	ICRISAT	15 419	12	3	46	32	7	13
Cacahuete	<i>Arachis</i>	IND001	NBPGR	13 144	10	7	15	1	5	72
Cacahuete	<i>Arachis</i>	USA016	S9	9 964	8	2	19	15	3	61

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Cacahuete	<i>Arachis</i>	ARG1342	BBC-INTA	8 347	6	4				96
Cacahuete	<i>Arachis</i>	NER047	ICRISAT	7 262	6		100			
Cacahuete	<i>Arachis</i>	CHN001	ICGR-CAAS	6 565	5					100
Cacahuete	<i>Arachis</i>	BRA214	CENARGEN	2 042	2					100
Cacahuete	<i>Arachis</i>	THA005	FCRI-DA/TH	2 030	2			100		
Cacahuete	<i>Arachis</i>	IDN179	ICABIOGRAD	1 730	1					100
Cacahuete	<i>Arachis</i>	RUS001	VIR	1 667	1		41	40	19	
Cacahuete	<i>Arachis</i>	ZMB014	MRS	1 500	1					100
Cacahuete	<i>Arachis</i>	UZB006	UzRIPI	1 438	1					100
Cacahuete	<i>Arachis</i>	PHL130	IPB-UPLB	1 272	1		100			
Cacahuete	<i>Arachis</i>	AUS048	ATCFC	1 196	1	5	14	61	11	8
Cacahuete	<i>Arachis</i>	JPN003	NIAS	1 181	1	1	22	13		64
Cacahuete	<i>Arachis</i>	BOL160	CIFP	1 040	1	2	98			
Cacahuete	<i>Arachis</i>		Otros (130)	52 638	41	3	34	6	6	51
Cacahuete	<i>Arachis</i>		Total	128 435	100	3	31	10	4	52
Garbanzo	<i>Cicer</i>	IND002	ICRISAT	20 140	20	1	91	6	<1	1
Garbanzo	<i>Cicer</i>	IND001	NBPGR	14 704	15	2	13	<1	13	72
Garbanzo	<i>Cicer</i>	SYR002	ICARDA	13 219	13	2	52		<1	46
Garbanzo	<i>Cicer</i>	AUS039	ATFCC	8 655	9	3	28	38	30	2
Garbanzo	<i>Cicer</i>	USA022	W6	6 195	6	3	91	1	5	<1
Garbanzo	<i>Cicer</i>	IRN029	NPGBI-SPII	5 700	6					100
Garbanzo	<i>Cicer</i>	PAK001	PGRI	2 146	2	1	99			
Garbanzo	<i>Cicer</i>	RUS001	VIR	2 091	2		5			95
Garbanzo	<i>Cicer</i>	TUR001	AARI	2 075	2	1	99		<1	
Garbanzo	<i>Cicer</i>	MEX001	INIA-Iguala	1 600	2					100
Garbanzo	<i>Cicer</i>	ETH085	IBC	1 173	1		99			1
Garbanzo	<i>Cicer</i>	HUN003	RCA	1 170	1	<1	2	14		83
Garbanzo	<i>Cicer</i>	UZB006	UzRIPI	1 055	1					100
Garbanzo	<i>Cicer</i>	UKR001	IR	1 021	1		16	73	11	<1
Garbanzo	<i>Cicer</i>		Otros (104)	17 369	18	1	50	7	4	38
Garbanzo	<i>Cicer</i>		Total	98 313	100	1	50	7	6	36

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Guisante	<i>Pisum</i>	AUS039	ATFCC	7 230	8	1	36	20	13	31
Guisante	<i>Pisum</i>	RUS001	VIR	6 653	7	<1	13	<1		87
Guisante	<i>Pisum</i>	SYR002	ICARDA	6 129	7	4	27		<1	69
Guisante	<i>Pisum</i>	DEU146	IPK	5 508	6	1	33	6	55	6
Guisante	<i>Pisum</i>	USA022	W6	5 399	6	3	53	2	27	14
Guisante	<i>Pisum</i>	ITA004	IGV	4 090	4					100
Guisante	<i>Pisum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	3 825	4					100
Guisante	<i>Pisum</i>	GBR165	SASA	3 302	4	3	<1	5		92
Guisante	<i>Pisum</i>	IND001	NBPGR	3 070	3	<1	9	<1	5	86
Guisante	<i>Pisum</i>	POL033	SHRWIAT	2 960	3	<1				100
Guisante	<i>Pisum</i>	SWE054	NORDGEN	2 821	3	2	16	54	15	14
Guisante	<i>Pisum</i>	BRA012	CNPH	1 958	2					100
Guisante	<i>Pisum</i>	ETH085	IBC	1 768	2		99			1
Guisante	<i>Pisum</i>	UKR001	IR	1 671	2	<1	4	3	46	47
Guisante	<i>Pisum</i>	BGR001	IPGR	1 589	2	<1	<1	17	3	79
Guisante	<i>Pisum</i>	SRB002	IFVCNS	1 578	2				100	
Guisante	<i>Pisum</i>	CZE090	SUMPERK	1 276	1	2	4	19	74	1
Guisante	<i>Pisum</i>	HUN003	RCA	1 199	1		6	<1	3	90
Guisante	<i>Pisum</i>	CHL004	INIA CARI	1 142	1		100			
Guisante	<i>Pisum</i>	NLD037	CGN	1 002	1	2	34	9	50	5
Guisante	<i>Pisum</i>	FRA065	INRA-VERSAIL	1 000	1					100
Guisante	<i>Pisum</i>		Otros (149)	28 831	31	3	14	12	20	51
Guisante	<i>Pisum</i>		Total	94 001	100	2	19	8	17	54
Caupí	<i>Vigna</i>	NGA039	IITA	15 588	24	4	64	8	<1	24
Caupí	<i>Vigna</i>	USA016	S9	8 043	12	2	62	<1	<1	35
Caupí	<i>Vigna</i>	BRA003	CENARGEN	5 501	8					100
Caupí	<i>Vigna</i>	IDN002	LBN	3 930	6					100
Caupí	<i>Vigna</i>	IND001	NBPGR	3 317	5	<1	9	<1	12	79
Caupí	<i>Vigna</i>	CHN001	ICGR-CAAS	2 818	4					100
Caupí	<i>Vigna</i>	JPN003	NIAS	2 431	4	<1	13	<1		86
Caupí	<i>Vigna</i>	PHL130	IPB-UPLB	1 821	3		100			

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Caupí	<i>Vigna</i>	BWA002	DAR	1 435	2	<1	4			95
Caupí	<i>Vigna</i>	RUS001	VIR	1 337	2		9			91
Caupí	<i>Vigna</i>	TWN001	AVRDC	1 152	2		28		3	69
Caupí	<i>Vigna</i>		Otros (114)	17 950	27	7	46	6	3	38
Caupí	<i>Vigna</i>		Total	65 323	100	3	40	4	2	52
Lenteja	<i>Lens</i>	SYR002	ICARDA	10 864	19	5	41		<1	54
Lenteja	<i>Lens</i>	IND001	NBPGR	9 989	17	<1	2	<1	1	97
Lenteja	<i>Lens</i>	AUS039	ATFCC	5 251	9	4	54	10	5	26
Lenteja	<i>Lens</i>	IRN029	NPGBI-SPII	3 011	5	11	52			37
Lenteja	<i>Lens</i>	USA022	W6	2 874	5	5	79	1	6	10
Lenteja	<i>Lens</i>	RUS001	VIR	2 375	4		70	<1	4	26
Lenteja	<i>Lens</i>	CHL004	INIA CARI	1 345	2					100
Lenteja	<i>Lens</i>	CAN004	PGRC	1 171	2	1	7	<1	3	88
Lenteja	<i>Lens</i>	HUN003	RCA	1 074	2		3	1		96
Lenteja	<i>Lens</i>	TUR001	AARI	1 073	2	1	98		1	
Lenteja	<i>Lens</i>	ARM006	SCAPP	1 001	2			99	1	
Lenteja	<i>Lens</i>		Otros (94)	18 377	31	2	38	4	4	52
Lenteja	<i>Lens</i>		Total	58 405	100	3	36	4	3	55
Haba	<i>Vicia</i>	SYR002	ICARDA	9 186	21		26		<1	74
Haba	<i>Vicia</i>	CHN001	ICGR-CAAS	4 207	10					100
Haba	<i>Vicia</i>	AUS039	ATFCC	2 565	6	<1	46	30	<1	24
Haba	<i>Vicia</i>	DEU146	IPK	1 921	4	<1	68	13	17	1
Haba	<i>Vicia</i>	FRA010	INRA-RENNES	1 700	4		59		41	
Haba	<i>Vicia</i>	ECU003	UC-ICN	1 650	4					100
Haba	<i>Vicia</i>	ITA004	IGV	1 420	3					100
Haba	<i>Vicia</i>	RUS001	VIR	1 259	3		2	3		95
Haba	<i>Vicia</i>	ESP004	INIACRF	1 252	3		91	2	5	2
Haba	<i>Vicia</i>	ETH085	IBC	1 143	3		100			
Haba	<i>Vicia</i>		Otros (122)	17 392	40	2	34	15	11	38
Haba	<i>Vicia</i>		Total	43 695	100	1	32	9	7	52

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Guandú	<i>Cajanus</i>	IND002	ICRISAT	13 289	33	2	62	36	1	<1
Guandú	<i>Cajanus</i>	IND001	NBPGR	12 859	32	4	30	2	4	60
Guandú	<i>Cajanus</i>	KEN015	KARI-NGBK	1 288	3	<1	73	4	2	21
Guandú	<i>Cajanus</i>	PHL130	IPB-UPLB	629	2		100			
Guandú	<i>Cajanus</i>	AUS048	ATCFC	406	1	50	12	23	1	13
Guandú	<i>Cajanus</i>		Otros (85)	12 349	30	3	50	2	1	45
Guandú	<i>Cajanus</i>		Total	40 820	100	3	49	13	2	33
Altramuz	<i>Lupinus</i>	AUS002	WADA	3 880	10	52	19	21	8	<1
Altramuz	<i>Lupinus</i>	DEU146	IPK	2 464	6	17	47	9	15	11
Altramuz	<i>Lupinus</i>	RUS001	VIR	2 411	6		24	39	19	19
Altramuz	<i>Lupinus</i>	FRA001	INRA-POITOU	2 046	5	13		85		2
Altramuz	<i>Lupinus</i>	PER003	UNSAAC	1 940	5	7	93			
Altramuz	<i>Lupinus</i>	ESP010	SIAEX	1 519	4	46	47	1	4	2
Altramuz	<i>Lupinus</i>	GBR045	RNG	1 300	3					100
Altramuz	<i>Lupinus</i>	USA022	W6	1 294	3	46	38	1	9	6
Altramuz	<i>Lupinus</i>	CHL004	INIA CARI	1 259	3		100			
Altramuz	<i>Lupinus</i>	POL033	SHRWIAT	1 049	3	48		17		35
Altramuz	<i>Lupinus</i>		Otros (98)	18 888	50	12	19	4	6	60
Altramuz	<i>Lupinus</i>		Total	38 050	100	18	27	12	6	36
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	NGA039	IITA	2 031	33	<1	100			
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	FRA202	ORSTOM-MONTP	1 416	23		100			
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	BWA002	DAR	338	6		2			98
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	GHA091	PGRRI	296	5					100
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	TZA016	NPGRC	283	5	<1	81			18
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>	ZMB030	SPGRC	232	4		100			

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Legumbres para alimentación										
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>		Otros (26)	1 549	25	1	59	9	1	29
Guisante de tierra	<i>Vigna</i>		Total	6 145	100	<1	79	2	<1	18
Frijol	<i>Psophocarpus</i>	PNG005	DOA	455	11		45			55
Frijol	<i>Psophocarpus</i>	MYS009	DGCB-UM	435	10					100
Frijol	<i>Psophocarpus</i>	CZE075	TROPIC	413	10	<1		22	<1	77
Frijol	<i>Psophocarpus</i>	LKA005	IDI	400	9	<1	100			
Frijol	<i>Psophocarpus</i>	IDN002	LBN	380	9					100
Frijol	<i>Psophocarpus</i>		Otros (35)	2 134	51	3	41	1	12	43
Frijol	<i>Psophocarpus</i>		Total	4 217	100	2	35	3	6	55

Raíces y tubérculos										
Patata	<i>Solanum</i>	FRA179	INRA-RENNES	10 461	11	6	2	84	8	
Patata	<i>Solanum</i>	RUS001	VIR	8 889	9		46	3	26	25
Patata	<i>Solanum</i>	PER001	CIP	7 450	8	2	69	2	<1	27
Patata	<i>Solanum</i>	DEU159	IPK	5 392	5	18	37	7	32	6
Patata	<i>Solanum</i>	USA004	NR6	5 277	5	65	21	9	5	<1
Patata	<i>Solanum</i>	JPN003	NIAS	3 408	3	3	1	31		65
Patata	<i>Solanum</i>	COL029	CORPOICA	3 043	3					100
Patata	<i>Solanum</i>	IND029	CPRI	2 710	3	15		85		
Patata	<i>Solanum</i>	BOL064	BNGTRA-PROINPA	2 393	2	26	74			
Patata	<i>Solanum</i>	CZE027	HBROD	2 207	2	5	1	29	52	13
Patata	<i>Solanum</i>	ARG1347	BAL	1 739	2	85	15			
Patata	<i>Solanum</i>	BRA012	CNPH	1 735	2					100
Patata	<i>Solanum</i>	GBR165	SASA	1 671	2					100
Patata	<i>Solanum</i>	NLD028	ROPTA	1 610	2	3	1		1	95
Patata	<i>Solanum</i>	MEX116	PNP-INIFAP	1 500	2					100
Patata	<i>Solanum</i>	TWN006	TARI	1 282	1					100
Patata	<i>Solanum</i>	UZB033	SamAI	1 223	1					100
Patata	<i>Solanum</i>	POL002	IPRBON	1 182	1			8	92	

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Raíces y tubérculos										
Patata	<i>Solanum</i>	KAZ004	RIPV	1 117	1	26	2	15	57	
Patata	<i>Solanum</i>	SVK006	SVKLOMNICA	1 080	1	1	2	47	41	9
Patata	<i>Solanum</i>		Otros (154)	32 916	33	19	15	3	16	46
Patata	<i>Solanum</i>		Total	98 285	100	15	20	16	14	35
Boniato	<i>Ipomoea</i>	PER001	CIP	6 417	18	23	77		<1	
Boniato	<i>Ipomoea</i>	JPN003	NIAS	5 736	16	1	2	4		93
Boniato	<i>Ipomoea</i>	USA016	S9	1 208	3	16	13	9	32	31
Boniato	<i>Ipomoea</i>	PNG039	MHRP	1 161	3					100
Boniato	<i>Ipomoea</i>	BRA012	CNPH	1 043	3					100
Boniato	<i>Ipomoea</i>	CHN146	BAAFS	800	2					100
Boniato	<i>Ipomoea</i>	TWN006	TARI	757	2					100
Boniato	<i>Ipomoea</i>	PER055	FF.CC.AA.	750	2	100				
Boniato	<i>Ipomoea</i>	ARG1342	BBC-INTA	567	2	36	56	1	6	
Boniato	<i>Ipomoea</i>	VNM049	PRC	532	1		100			
Boniato	<i>Ipomoea</i>	MYS003	MARDI	528	1		100			
Boniato	<i>Ipomoea</i>		Otros (146)	15 979	45	5	24	21	11	39
Boniato	<i>Ipomoea</i>		Total	35 478	100	10	30	10	6	44
Yuca	<i>Manihot</i>	COL003	CIAT	5 436	17	1	87	11		<1
Yuca	<i>Manihot</i>	BRA004	CNPMF	2 889	9					100
Yuca	<i>Manihot</i>	NGA039	IITA	2 756	8		28	47		25
Yuca	<i>Manihot</i>	IND007	ICAR	1 327	4					100
Yuca	<i>Manihot</i>	NGA002	NRCRI	1 174	4					100
Yuca	<i>Manihot</i>	UGA001	SAARI	1 136	4	<1	4	90	7	
Yuca	<i>Manihot</i>	MWI001	MARS	978	3		22	72	6	
Yuca	<i>Manihot</i>	IDN182	ICRR	954	3				100	
Yuca	<i>Manihot</i>	THA005	FCRI-DA/TH	609	2			100		
Yuca	<i>Manihot</i>	BEN018	FAST	600	2		100			
Yuca	<i>Manihot</i>	TGO035	ITRA	435	1		100			
Yuca	<i>Manihot</i>		Otros (133)	14 148	44	6	26	3	14	51
Yuca	<i>Manihot</i>		Total	32 442	100	3	32	15	9	41

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Raíces y tubérculos										
Ñame	<i>Dioscorea</i>	NGA039	IITA	3 319	21	1	68	20		12
Ñame	<i>Dioscorea</i>	CIV006	UNCI	1 538	10	25	75			
Ñame	<i>Dioscorea</i>	BEN030	UAC	1 100	7	55	45			
Ñame	<i>Dioscorea</i>	GHA091	PGRI	756	5		65			35
Ñame	<i>Dioscorea</i>	SLB001	DCRS	480	3		97	3	<1	
Ñame	<i>Dioscorea</i>	LKA002	PU	474	3	1	99			
Ñame	<i>Dioscorea</i>		Otros (93)	8 236	52	8	48	1	8	35
Ñame	<i>Dioscorea</i>		Total	15 903	100	10	59	5	4	22
Colocasia	<i>Colocasia</i>	PNG006	WLMP	859	12					100
Colocasia	<i>Colocasia</i>	FJI049	RGC	850	12					100
Colocasia	<i>Colocasia</i>	MYS003	MARDI	622	9		100			
Colocasia	<i>Colocasia</i>	IND024	NBPGR	469	6		100			
Colocasia	<i>Colocasia</i>	THA056	HRI-DA/THA	453	6			100		
Colocasia	<i>Colocasia</i>	VNM049	PRC	393	5		100			
Colocasia	<i>Colocasia</i>	IDN002	LBN	350	5					100
Colocasia	<i>Colocasia</i>	USA037	UH	308	4					100
Colocasia	<i>Colocasia</i>	SLB001	DCRS	268	4	<1				100
Colocasia	<i>Colocasia</i>	JPN003	NIAS	250	3	<1	5			95
Colocasia	<i>Colocasia</i>	GHA091	PGRI	215	3		73			27
Colocasia	<i>Colocasia</i>	AUS019	RSPAS	193	3	15			73	12
Colocasia	<i>Colocasia</i>		Otros (59)	2 072	28	5	55	<1	17	23
Colocasia	<i>Colocasia</i>		Total	7 302	100	2	38	6	7	47
Hortalizas										
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	TWN001	AVRDC	7 548	9		1	3	1	96
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	USA003	NE9	6 283	8	4	8	3	9	75
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	PHL130	IPB-UPLB	4 751	6	9	86			5
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	DEU146	IPK	4 062	5	3	40	22	33	1
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	RUS001	VIR	2 540	3		19	1	79	1
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	JPN003	NIAS	2 428	3	<1	1	5		93
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	CAN004	PGRC	2 137	3	1	1	27	69	1

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Hortalizas										
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	COL004	ICA/REGION 5	2 018	2					100
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	ESP026	BGUPV	1 927	2	9	69	<1	1	20
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	IND001	NBPGR	1 796	2	4	10	22	8	56
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	HUN003	RCA	1 749	2	1	16	<1	2	82
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	BRA006	IAC	1 688	2					100
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	KAZ004	RIPV	1 500	2	2	11	36	51	
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	NLD037	CGN	1 306	2	8	7	13	55	17
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	FRA215	GEVES	1 254	1				100	
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	BGD186	EWS R&D	1 235	1					100
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	CZE061	RICP	1 232	1	3	8	3	84	2
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	BGR001	IPGR	1 128	1		10	11	3	76
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	AUS048	ATCFC	1 074	1	9		6	74	12
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	SRB002	IFVCNS	1 030	1				100	
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	VNM006	FCRI	1 000	1		100			
Tomate	<i>Lycopersicon</i>		Otros (143)	34 034	41	5	12	33	14	35
Tomate	<i>Lycopersicon</i>		Total	83 720	100	4	17	18	19	42
Chile seco	<i>Capsicum</i>	TWN001	AVRDC	7 860	11		3		3	94
Chile seco	<i>Capsicum</i>	USA016	S9	4 698	6	1	9	<1	16	74
Chile seco	<i>Capsicum</i>	MEX008	INIFAP	4 661	6				2	98
Chile seco	<i>Capsicum</i>	IND001	NBPGR	3 835	5	13	15	1	9	62
Chile seco	<i>Capsicum</i>	BRA006	IAC	2 321	3					100
Chile seco	<i>Capsicum</i>	JPN003	NIAS	2 271	3	1	2	2		95
Chile seco	<i>Capsicum</i>	PHL130	IPB-UPLB	1 880	3		84			16
Chile seco	<i>Capsicum</i>	TWN005	TSS-PDAF	1 800	2				100	
Chile seco	<i>Capsicum</i>	DEU146	IPK	1 526	2	1	66	4	28	2
Chile seco	<i>Capsicum</i>	CHN004	BVRC	1 394	2					100
Chile seco	<i>Capsicum</i>	FRA011	INRA-UGAFL	1 371	2	1			88	11
Chile seco	<i>Capsicum</i>	TUR001	AARI	1 334	2		99		1	
Chile seco	<i>Capsicum</i>	RUS001	VIR	1 273	2		6		53	41
Chile seco	<i>Capsicum</i>	CRI001	CATIE	1 163	2					100
Chile seco	<i>Capsicum</i>	PER002	UNALM	1 157	2		54			46

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Hortalizas										
Chile seco	<i>Capsicum</i>	ESP026	BGUPV	1 074	1	1	88	<1	2	10
Chile seco	<i>Capsicum</i>	HUN001	VEGTBUD	1 069	1					100
Chile seco	<i>Capsicum</i>	SRB002	IFVCNS	1 055	1				100	
Chile seco	<i>Capsicum</i>	NLD037	CGN	1 009	1	5	22	2	50	21
Chile seco	<i>Capsicum</i>		Otros (167)	30 767	42	3	22	4	13	58
Chile seco	<i>Capsicum</i>		Total	73 518	100	2	19	2	15	62
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	USA020	NC7	4 878	11	6	24	5	7	59
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	JPN003	NIAS	4 242	10	1	3	4		92
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	RUS001	VIR	2 998	7	1	3	33	4	59
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	CHN001	ICGR-CAAS	2 892	7					100
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	BRA012	CNPH	2 400	5					100
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	KAZ004	RIPV	2 377	5		1	95	3	
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	FRA215	GEVES	1 399	3				100	
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	DEU146	IPK	1 154	3	<1	38	3	53	6
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	IND001	NBPGR	1 070	2	29	44	1	17	8
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	IRN029	NPGBI-SPII	1 046	2		18			82
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>	BGR001	IPGR	1 006	2		5	1	<1	94
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>		Otros (127)	18 836	43	2	28	12	9	49
Melón cantalupo	<i>Cucumis</i>		Total	44 298	100	3	18	13	10	56
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	RUS001	VIR	5 771	15		53	25	12	10
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	CRI001	CATIE	2 612	7					100
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	BRA003	CENARGEN	1 897	5					100
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	CHN001	ICGR-CAAS	1 767	4					100
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	MEX008	INIFAP	1 580	4					100
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	JPN003	NIAS	1 295	3		2	1		96
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	USA016	S9	1 276	3	10	44	<1	3	42
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>	DEU146	IPK	1 042	3		52	3	32	14
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>		Otros (144)	22 343	56	3	38	1	7	52
Calabaza para forraje	<i>Cucurbita</i>		Total	39 583	100	2	32	4	6	56

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Hortalizas										
Allium	<i>Allium</i>	IND1457	NRCOG	2 050	7		100			
Allium	<i>Allium</i>	RUS001	VIR	1 888	6		34		61	5
Allium	<i>Allium</i>	JPN003	NIAS	1 352	5	<1	2	5		94
Allium	<i>Allium</i>	USA003	NE9	1 304	4	<1	20	3	10	68
Allium	<i>Allium</i>	DEU146	IPK	1 264	4	8	58	8	22	4
Allium	<i>Allium</i>	GBR004	RBG	1 100	4	11			89	
Allium	<i>Allium</i>	TWN001	AVRDC	1 082	4		<1		7	93
Allium	<i>Allium</i>		Otros (168)	19 858	66	6	25	6	16	48
Allium	<i>Allium</i>		Total	29 898	100	5	29	4	19	43
Colza	<i>Brassica</i>	CHN001	ICGR-CAAS	4 090	16					100
Colza	<i>Brassica</i>	IND001	NBPGR	2 585	10	<1	33		3	64
Colza	<i>Brassica</i>	BGD028	BINA	2 100	8					100
Colza	<i>Brassica</i>	JPN003	NIAS	1 579	6	<1	6	4		90
Colza	<i>Brassica</i>	AUS039	ATFCC	1 184	5	<1	6	1	3	90
Colza	<i>Brassica</i>	TWN001	AVRDC	1 091	4		10		69	21
Colza	<i>Brassica</i>	PAK001	PGRI	682	3		100			
Colza	<i>Brassica</i>	USA020	NC7	645	3	<1	6	2	1	90
Colza	<i>Brassica</i>	GBR006	HRIGRU	581	2	1	30		69	
Colza	<i>Brassica</i>	DEU146	IPK	493	2	<1	27	3	51	18
Colza	<i>Brassica</i>		Otros (80)	10 536	41	1	31	1	7	59
Colza	<i>Brassica</i>		Total	25 566	100	1	21	1	9	68
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	CIV005	IDESSA	4 185	19					100
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	USA016	S9	2 969	13	<1	10		<1	89
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	IND001	NBPGR	2 651	12	16	30	<1	3	51
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	PHL130	IPB-UPLB	968	4	4	96			
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	FRA202	ORSTOM-MONTP	965	4	9			91	
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	GHA091	PGRRI	595	3					100
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	TUR001	AARI	563	3		98		2	
Gombo	<i>Abelmoschus</i>		Otros (88)	9 532	43	3	55	1	4	38
Gombo	<i>Abelmoschus</i>		Total	22 428	100	4	35	<1	6	55

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Hortalizas										
Berenjena	<i>Solanum</i>	IND001	NBPGR	3 060	15	11	23	<1	5	61
Berenjena	<i>Solanum</i>	TWN001	AVRDC	3 003	14		17	<1	2	80
Berenjena	<i>Solanum</i>	JPN003	NIAS	1 223	6	<1	7	4		89
Berenjena	<i>Solanum</i>	USA016	S9	887	4	1	2		2	94
Berenjena	<i>Solanum</i>	BGD186	EWS R&D	826	4					100
Berenjena	<i>Solanum</i>	PHL130	IPB-UPLB	661	3	2	98			
Berenjena	<i>Solanum</i>	NLD037	CGN	659	3	27	47	2	14	10
Berenjena	<i>Solanum</i>		Otros (124)	10 776	51	17	33	8	7	36
Berenjena	<i>Solanum</i>		Total	21 095	100	11	28	4	5	52
Coliflor	<i>Brassica</i>	GBR165	SASA	2 367	12		1			99
Coliflor	<i>Brassica</i>	USA003	NE9	1 625	8		6	1	5	88
Coliflor	<i>Brassica</i>	CHN004	BVRC	1 235	6					100
Coliflor	<i>Brassica</i>	DEU146	IPK	1 215	6	2	32	3	60	3
Coliflor	<i>Brassica</i>	FRA215	GEVES	1 200	6				100	
Coliflor	<i>Brassica</i>	RUS001	VIR	980	5		26		74	<1
Coliflor	<i>Brassica</i>	JPN003	NIAS	672	3		1	7		91
Coliflor	<i>Brassica</i>	NLD037	CGN	631	3	<1	12	2	75	11
Coliflor	<i>Brassica</i>		Otros (98)	10 257	51	3	24	5	34	35
Coliflor	<i>Brassica</i>		Total	20 182	100	1	16	3	33	46
Melón	<i>Citrullus</i>	RUS001	VIR	2 412	16	1	40	54	2	3
Melón	<i>Citrullus</i>	USA016	S9	1 841	12	5	26	<1	5	64
Melón	<i>Citrullus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	1 197	8					100
Melón	<i>Citrullus</i>	ISR002	IGB	840	6					100
Melón	<i>Citrullus</i>	UZB006	UzRIPI	805	5					100
Melón	<i>Citrullus</i>	BRA017	CPATSA	753	5					100
Melón	<i>Citrullus</i>	JPN003	NIAS	594	4	1	2	4		94
Melón	<i>Citrullus</i>	IRN029	NPGBI-SPII	570	4		65			35
Melón	<i>Citrullus</i>	KAZ004	RIPV	450	3		5	93	2	
Melón	<i>Citrullus</i>		Otros (81)	5 681	38	9	37	3	13	39
Melón	<i>Citrullus</i>		Total	15 143	100	4	26	13	6	51

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Hortalizas										
Zanahoria	<i>Daucus</i>	USA020	NC7	1 126	14	28	13	1	8	50
Zanahoria	<i>Daucus</i>	GBR006	HRIGRU	1 094	13	10	20	3	67	
Zanahoria	<i>Daucus</i>	RUS001	VIR	1 001	12	2	17			82
Zanahoria	<i>Daucus</i>	POL030	SKV	541	7	45	25	8	12	10
Zanahoria	<i>Daucus</i>	DEU146	IPK	488	6	35	16	1	48	1
Zanahoria	<i>Daucus</i>	CHN004	BVRC	407	5					100
Zanahoria	<i>Daucus</i>	FRA215	GEVES	384	5				100	
Zanahoria	<i>Daucus</i>	CZE061	RICP	366	4	6	1	1	89	4
Zanahoria	<i>Daucus</i>	JPN003	NIAS	342	4			4		96
Zanahoria	<i>Daucus</i>	UKR021	IOB	320	4		14	37	26	24
Zanahoria	<i>Daucus</i>		Otros (67)	2 243	27	14	23	4	20	39
Zanahoria	<i>Daucus</i>		Total	8 312	100	14	16	4	28	38
Rábano	<i>Raphanus</i>	JPN003	NIAS	877	11	<1	7	8		85
Rábano	<i>Raphanus</i>	DEU146	IPK	741	9	23	35	1	38	3
Rábano	<i>Raphanus</i>	USA003	NE9	696	9	1	4		16	80
Rábano	<i>Raphanus</i>	RUS001	VIR	626	8		8	92	<1	
Rábano	<i>Raphanus</i>	IND001	NBPGR	458	6	4	7	2	15	72
Rábano	<i>Raphanus</i>	GBR165	SASA	453	6					100
Rábano	<i>Raphanus</i>	NLD037	CGN	307	4		4	16	56	24
Rábano	<i>Raphanus</i>		Otros (85)	3 848	48	4	31	1	29	35
Rábano	<i>Raphanus</i>		Total	8 006	100	5	20	9	22	44
Frutos secos, frutas y bayas										
Prunus	<i>Prunus</i>	RUS001	VIR	6 579	9	18	13	2	24	44
Prunus	<i>Prunus</i>	USA276	UNMIHT	6 100	9			98		2
Prunus	<i>Prunus</i>	ITA378	CRA-FRU	2 421	3	<1	18	6	51	25
Prunus	<i>Prunus</i>	HUN021	EFOPP	2 259	3				5	95
Prunus	<i>Prunus</i>	TUR001	AARI	1 874	3	<1	81		19	
Prunus	<i>Prunus</i>	UKR046	KPS	1 458	2	1	11	1	41	46
Prunus	<i>Prunus</i>	CHE065	FRUCTUS	1 450	2		39			61

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Prunus	<i>Prunus</i>	JPN003	NIAS	1 423	2	1	13	29		57
Prunus	<i>Prunus</i>	FRA057	INRA-BORDEAU	1 220	2	<1	<1		19	81
Prunus	<i>Prunus</i>	MEX008	INIFAP	1 116	2	3			97	<1
Prunus	<i>Prunus</i>	ROM009	ICPP Pitesti	1 093	2	2	30	37	29	1
Prunus	<i>Prunus</i>	IRN029	NPGBI-SPII	1 006	1					100
Prunus	<i>Prunus</i>	BRA020	CPACT/EMBRAP	1 006	1					100
Prunus	<i>Prunus</i>		Otros (211)	40 492	58	4	10	10	38	38
Prunus	<i>Prunus</i>		Total	69 497	100	4	12	16	30	38
Manzana	<i>Malus</i>	USA167	GEN	6 980	12	64	<1	9	1	26
Manzana	<i>Malus</i>	RUS001	VIR	3 743	6	3	17	23	5	52
Manzana	<i>Malus</i>	JPN003	NIAS	2 671	4	7	2	6		85
Manzana	<i>Malus</i>	GBR030	NFC	2 223	4					100
Manzana	<i>Malus</i>	CHE063	PSR	1 935	3					100
Manzana	<i>Malus</i>	AUT024	KLOST	1 904	3					100
Manzana	<i>Malus</i>	FRA028	INRA-ANGERS	1 895	3	10			90	
Manzana	<i>Malus</i>	KAZ027	PG	1 719	3	3	<1		97	
Manzana	<i>Malus</i>	BRA044	IAPAR	1 464	2					100
Manzana	<i>Malus</i>	BEL019	CRAGXPP	1 175	2					100
Manzana	<i>Malus</i>	CZE031	HOLOVOU	1 094	2	2	13	37	43	5
Manzana	<i>Malus</i>	POL029	SKF	1 069	2	2		5	93	
Manzana	<i>Malus</i>		Otros (157)	32 050	53	2	18	4	31	45
Manzana	<i>Malus</i>		Total	59 922	100	9	11	6	25	49
Uva	<i>Vitis</i>	FRA139	INRA/ENSA-M	5 158	9					100
Uva	<i>Vitis</i>	DEU098	JKI	3 657	6	4	22	44	28	2
Uva	<i>Vitis</i>	CHE019	RAC	3 254	5					100
Uva	<i>Vitis</i>	USA028	DAV	3 038	5	<1	<1	9	1	89
Uva	<i>Vitis</i>	UKR050	IVM	2 201	4	<1	57	24	8	10
Uva	<i>Vitis</i>	ITA388	CRA-VIT	2 106	4		1	37	60	2
Uva	<i>Vitis</i>	SVK018	SVKBRAT	1 900	3		<1	83	15	2

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Uva	<i>Vitis</i>	UZB006	UzRIPI	1 580	3					100
Uva	<i>Vitis</i>	TUR001	AARI	1 437	2		100			
Uva	<i>Vitis</i>	BRA141	CNPUV	1 345	2					100
Uva	<i>Vitis</i>	ESP080	IMIACM	1 224	2					100
Uva	<i>Vitis</i>	ROM017	ICVV Valea C	1 187	2	1		5	95	
Uva	<i>Vitis</i>	HUN047	UHF1-RIVE	1 135	2					100
Uva	<i>Vitis</i>		Otros (125)	30 385	51	3	12	6	26	53
Uva	<i>Vitis</i>		Total	59 607	100	2	12	11	20	55
Limón	<i>Citrus</i>	BRA125	CCSM-IASP	2 134	7		5			95
Limón	<i>Citrus</i>	JPN003	NIAS	2 118	7	<1	8	3		89
Limón	<i>Citrus</i>	CHN020	CRI	1 880	6	1	31			68
Limón	<i>Citrus</i>	USA129	NCGRCD	1 103	4	<1	1	1	71	27
Limón	<i>Citrus</i>	FRA014	Cirad	1 100	4					100
Limón	<i>Citrus</i>	ZAF004	CSFRI	1 005	3					100
Limón	<i>Citrus</i>		Otros (144)	20 350	69	1	13	13	25	48
Limón	<i>Citrus</i>		Total	29 690	100	1	12	9	20	59
Mango	<i>Mangifera</i>	AUS088	Ayr DPI	18 606	73	<1		99	1	
Mango	<i>Mangifera</i>	IND045	CISH	726	3		100			
Mango	<i>Mangifera</i>	THA056	HRI-DAVTHA	252	1			100		
Mango	<i>Mangifera</i>	USA047	MIA	240	1			1	48	51
Mango	<i>Mangifera</i>	IDN177	ILETRI	239	1				100	
Mango	<i>Mangifera</i>	SLE015	NUC	200	1				100	
Mango	<i>Mangifera</i>		Otros (109)	5 396	21	<1	27	6	31	37
Mango	<i>Mangifera</i>		Total	25 659	100	<1	8	74	10	8
Pera	<i>Pyrus</i>	USA026	COR	2 232	9	11	5	34	48	2
Pera	<i>Pyrus</i>	RUS001	VIR	1 486	6		<1			100
Pera	<i>Pyrus</i>	CHE090	OSS Roggwil	1 240	5		1			99
Pera	<i>Pyrus</i>	FRA097	CBNA	914	4					100

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Pera	<i>Pyrus</i>	BEL019	CRAGXPP	855	3					100
Pera	<i>Pyrus</i>	ITA378	CRA-FRU	761	3	2	29	12	30	27
Pera	<i>Pyrus</i>	JPN003	NIAS	744	3	14	11	7		68
Pera	<i>Pyrus</i>	UKR046	KPS	671	3	3	4	1	23	69
Pera	<i>Pyrus</i>	KAZ027	PG	607	2	100				
Pera	<i>Pyrus</i>	TUR001	AARI	553	2	<1	100			
Pera	<i>Pyrus</i>		Otros (137)	14 679	59	2	20	4	28	45
Pera	<i>Pyrus</i>		Total	24 742	100	5	16	6	23	50
Banana	<i>Musa</i>	BEL084	INIBAP	1 198	9	14	73			13
Banana	<i>Musa</i>	FRA014	Cirad	520	4				4	96
Banana	<i>Musa</i>	HND003	DTRUFC	490	4	40		30	30	
Banana	<i>Musa</i>	AUS035	QDPI	400	3					100
Banana	<i>Musa</i>	BRA004	CNPMF	400	3					100
Banana	<i>Musa</i>	CMR052	CARBAP	385	3				100	
Banana	<i>Musa</i>	IND349	NRCB	364	3	2	95	3		
Banana	<i>Musa</i>	THA002	AD-KU	323	2	<1				100
Banana	<i>Musa</i>	COL029	CORPOICA	310	2					100
Banana	<i>Musa</i>	UGA003	RRS-AD	309	2	<1			100	
Banana	<i>Musa</i>	COD003	INERA	300	2					100
Banana	<i>Musa</i>	NGA039	IITA	283	2					100
Banana	<i>Musa</i>	JAM003	BB	257	2			9	53	38
Banana	<i>Musa</i>	PHL019	SEABGRC-BPI	245	2					100
Banana	<i>Musa</i>	CRI011	CORBANA	240	2	100				
Banana	<i>Musa</i>	PNG004	DLP Laloki	230	2					100
Banana	<i>Musa</i>	MYS142	HRC, MARDI	217	2		100			
Banana	<i>Musa</i>		Otros (115)	7 015	52	5	21	3	23	47
Banana	<i>Musa</i>		Total	13 486	100	7	21	3	19	49
Fresa	<i>Fragaria</i>	CAN004	PGRC	1 897	16	4			4	92
Fresa	<i>Fragaria</i>	USA026	COR	1 822	15	34	3	35	28	<1

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Fresa	<i>Fragaria</i>	RUS001	VIR	940	8		7	2	69	23
Fresa	<i>Fragaria</i>	JPN003	NIAS	912	8	2		10		88
Fresa	<i>Fragaria</i>	DEU451	JKI	622	5					100
Fresa	<i>Fragaria</i>	CHL008	INIA QUIL	500	4	100				
Fresa	<i>Fragaria</i>	GBR012	GBREMR	329	3	10			85	5
Fresa	<i>Fragaria</i>	ITA380	CRA-FRF	220	2		1	<1	99	
Fresa	<i>Fragaria</i>	ROM009	ICPP Pitesti	201	2	5	<1	81	7	5
Fresa	<i>Fragaria</i>		Otros (68)	4 584	38	16	1	5	33	45
Fresa	<i>Fragaria</i>		Total	12 027	100	16	2	9	27	46
Anacardo	<i>Anacardium</i>	GHA005	CRIG	3 382	35			100		
Anacardo	<i>Anacardium</i>	IND003	CPCRI	880	9					100
Anacardo	<i>Anacardium</i>	THA022	PHES	744	8				100	
Anacardo	<i>Anacardium</i>	BRA146	CNPAT	621	6					100
Anacardo	<i>Anacardium</i>	NGA008	CRIN	574	6					100
Anacardo	<i>Anacardium</i>	MOZ003	UDAC	530	5		100			
Anacardo	<i>Anacardium</i>	COL029	CORPOICA	473	5					100
Anacardo	<i>Anacardium</i>		Otros (64)	2 546	26	<1	32	9	4	55
Anacardo	<i>Anacardium</i>		Total	9 750	100	<1	14	37	9	40
Grosella	<i>Ribes</i>	USA026	COR	1 510	17	46	6	6	40	2
Grosella	<i>Ribes</i>	RUS001	VIR	888	10		1	4	63	32
Grosella	<i>Ribes</i>	GBR048	SCRI	860	10					100
Grosella	<i>Ribes</i>	NOR001	SFL	522	6	<1		96	4	
Grosella	<i>Ribes</i>	LTU010	BGVU	393	4	27		12	61	
Grosella	<i>Ribes</i>	FRA028	INRA-ANGERS	390	4					100
Grosella	<i>Ribes</i>	UKR029	LFS	356	4		9	1	70	20
Grosella	<i>Ribes</i>	CHE063	PSR	305	3					100
Grosella	<i>Ribes</i>		Otros (50)	3 584	41	2	2	3	46	47
Grosella	<i>Ribes</i>		Total	8 808	100	10	2	9	38	41

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Rosa	<i>Rosa</i>	FRA217	GEVES	1 200	32					100
Rosa	<i>Rosa</i>	JPN003	NIAS	634	17					100
Rosa	<i>Rosa</i>	AZE017	CBG	250	7	60			40	
Rosa	<i>Rosa</i>		Otros (44)	1 710	45	19	9	8	23	42
Rosa	<i>Rosa</i>		Total	3 794	100	12	4	3	13	67
Avellano	<i>Corylus</i>	USA026	COR	837	28	13	13	25	48	1
Avellano	<i>Corylus</i>	TUR001	AARI	413	14		100			
Avellano	<i>Corylus</i>	UKR046	KPS	188	6				1	99
Avellano	<i>Corylus</i>	AZE009	HSCRI	169	6		32	22	46	
Avellano	<i>Corylus</i>	ESP014	IRTAMB	120	4		6			94
Avellano	<i>Corylus</i>	UZB031	UzRIHVWM	118	4					100
Avellano	<i>Corylus</i>		Otros (53)	1 153	38	3	9	13	37	39
Avellano	<i>Corylus</i>		Total	2 998	100	5	23	13	30	29
Pijuayo	<i>Bactris</i>	CRI016	UCR-BIO	800	31					100
Pijuayo	<i>Bactris</i>	BRA006	IAC	332	13					100
Pijuayo	<i>Bactris</i>	COL029	CORPOICA	254	10					100
Pijuayo	<i>Bactris</i>	ECU022	EENP	145	6		100			
Pijuayo	<i>Bactris</i>	PAN002	INRENARE	65	3				100	
Pijuayo	<i>Bactris</i>		Otros (23)	997	38	7	2	<1	1	90
Pijuayo	<i>Bactris</i>		Total	2 593	100	3	6	<1	3	88
Pistacho	<i>Pistacia</i>	IRN029	NPGBI-SPII	340	29					100
Pistacho	<i>Pistacia</i>	USA028	DAV	304	26	4	<1			96
Pistacho	<i>Pistacia</i>	ESP014	IRTAMB	106	9					100
Pistacho	<i>Pistacia</i>	AZE015	GRI	60	5		3	88	8	
Pistacho	<i>Pistacia</i>		Otros (28)	358	31	33	4	3	28	31
Pistacho	<i>Pistacia</i>		Total	1 168	100	11	2	6	9	73

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Frutos secos, frutas y bayas										
Sorba	<i>Sorbus</i>	USA026	COR	282	37	32	44	13	6	6
Sorba	<i>Sorbus</i>	GBR004	RBG	110	14	100				
Sorba	<i>Sorbus</i>	AUT024	KLOST	71	9					100
Sorba	<i>Sorbus</i>	UKR030	DFS	59	8					100
Sorba	<i>Sorbus</i>	NLD145	NAKB	46	6				100	
Sorba	<i>Sorbus</i>		Otros (30)	195	26	18	15	7	11	48
Sorba	<i>Sorbus</i>		Total	763	100	31	20	7	11	31

Cultivos oleaginosos										
Sésamo	<i>Sesamum</i>	IND001	NBPGR	8 413	17	2	32	<1	26	39
Sésamo	<i>Sesamum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	4 726	9					100
Sésamo	<i>Sesamum</i>	ISR001	REHOVOT	3 000	6					100
Sésamo	<i>Sesamum</i>	KEN015	KARI-NGBK	2 477	5	1	3			96
Sésamo	<i>Sesamum</i>	BRA003	CENARGEN	1 950	4					100
Sésamo	<i>Sesamum</i>	JPN003	NIAS	1 789	4	<1	15	14		71
Sésamo	<i>Sesamum</i>	MEX001	INIA-Iguala	1 600	3					100
Sésamo	<i>Sesamum</i>	RUS001	VIR	1 504	3	<1	66	27	8	
Sésamo	<i>Sesamum</i>	UZB006	UzRIPI	1 334	3					100
Sésamo	<i>Sesamum</i>	USA016	S9	1 215	2	<1	14	1	12	72
Sésamo	<i>Sesamum</i>	VEN132	INIA - CENIAP	1 024	2		100			
Sésamo	<i>Sesamum</i>		Otros (69)	21 432	42	1	55	5	1	38
Sésamo	<i>Sesamum</i>		Total	50 464	100	1	34	4	5	57
Girasol	<i>Helianthus</i>	SRB002	IFVCNS	5 330	14	6			94	
Girasol	<i>Helianthus</i>	USA020	NC7	3 729	9	42	7	16	8	28
Girasol	<i>Helianthus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	2 646	7					100
Girasol	<i>Helianthus</i>	FRA040	INRA-CLERMON	2 500	6		32	20	48	
Girasol	<i>Helianthus</i>	BRA014	CNPSON	2 400	6					100
Girasol	<i>Helianthus</i>	RUS001	VIR	1 701	4					100
Girasol	<i>Helianthus</i>	AUS048	ATCFE	1 290	3	17	1	47	18	18
Girasol	<i>Helianthus</i>	IND041	DOR	1 260	3		100			

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos oleaginosos										
Girasol	<i>Helianthus</i>	MAR088	INRA CRRAS	1 223	3					100
Girasol	<i>Helianthus</i>	POL003	IHAR	1 105	3		<1			100
Girasol	<i>Helianthus</i>	HUN003	RCA	1 032	3	<1	30	<1	61	9
Girasol	<i>Helianthus</i>		Otros (82)	15 164	39	8	15	12	8	58
Girasol	<i>Helianthus</i>		Total	39 380	100	8	12	9	22	49
Alazor	<i>Carthamus</i>	IND041	DOR	6 863	24		100			
Alazor	<i>Carthamus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	2 499	9					100
Alazor	<i>Carthamus</i>	USA022	W6	2 453	8	17	52	8	9	13
Alazor	<i>Carthamus</i>	MEX001	INIA-Iguala	1 550	5					100
Alazor	<i>Carthamus</i>	IRN029	NPGBI-SPII	816	3					100
Alazor	<i>Carthamus</i>	BRA007	CNPA	800	3					100
Alazor	<i>Carthamus</i>		Otros (53)	14 214	49	2	22	3	3	70
Alazor	<i>Carthamus</i>		Total	29 195	100	2	39	2	2	55
Palma	<i>Elaeis</i>	COD003	INERA	17 631	84	1		99	<1	
Palma	<i>Elaeis</i>	MYS104	MPOB	1 467	7	100				
Palma	<i>Elaeis</i>	BRA027	CPAA	564	3					100
Palma	<i>Elaeis</i>	COL096	ICA/REGION 5	301	1				100	
Palma	<i>Elaeis</i>	IDN193	IOPRI	237	1		1	97		2
Palma	<i>Elaeis</i>	SLE015	NUC	200	1				100	
Palma	<i>Elaeis</i>	GHA019	OPRI	150	1		100			
Palma	<i>Elaeis</i>		Otros (22)	553	3	1	17		41	41
Palma	<i>Elaeis</i>		Total	21 103	100	8	1	84	4	4
Ricino	<i>Ricinus</i>	IND001	NBPGR	4 307	24	3	15	<1	<1	81
Ricino	<i>Ricinus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	2 111	12					100
Ricino	<i>Ricinus</i>	BRA007	CNPA	1 000	6					100
Ricino	<i>Ricinus</i>	RUS001	VIR	696	4	<1	5			95
Ricino	<i>Ricinus</i>	USA995	NCGRP	669	4			<1	<1	100
Ricino	<i>Ricinus</i>	ETH085	IBC	510	3	88	2			10

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos oleaginosos										
Ricino	<i>Ricinus</i>		Otros (52)	8 699	48	37	17	3	1	42
Ricino	<i>Ricinus</i>		Total	17 992	100	21	12	1	<1	65
Ricino de América	<i>Jatropha</i>	MEX006	UACH	1 444	44	4	96			
Ricino de América	<i>Jatropha</i>	IND001	NBPGR	1 260	39	68	17		1	14
Ricino de América	<i>Jatropha</i>	BRA007	CNPA	143	4					100
Ricino de América	<i>Jatropha</i>		Otros (20)	417	13	64	3	<1		32
Ricino de América	<i>Jatropha</i>		Total	3 264	100	36	49	<1	<1	14
Olivo	<i>Olea</i>	ITA401	CRA-OLI	443	17		33		67	
Olivo	<i>Olea</i>	ESP046	CIFACOR	309	12		63			37
Olivo	<i>Olea</i>	IRN029	NPGBI-SPII	247	9		15			85
Olivo	<i>Olea</i>	USA028	DAV	142	5					100
Olivo	<i>Olea</i>	AZE009	HSCRI	136	5			81	19	
Olivo	<i>Olea</i>	TUR001	AARI	130	5		100			
Olivo	<i>Olea</i>		Otros (46)	1 222	46	2	15	5	45	34
Olivo	<i>Olea</i>		Total	2 629	100	1	26	6	33	34
Cultivos forrajeros										
Leguminosas	Varios	IND001	NBPGR	19 579	11	6	20	<1	13	61
Leguminosas	Varios	COL003	CIAT	13 690	7	99	<1			1
Leguminosas	Varios	CHN001	ICGR-CAAS	11 201	6					100
Leguminosas	Varios	TWN001	AVRDC	10 207	6		2		<1	98
Leguminosas	Varios	AUS048	ATCFE	8 951	5	29	6	9	2	54
Leguminosas	Varios	USA016	S9	7 474	4	7	3	7	<1	82
Leguminosas	Varios	PHL130	IPB-UPLB	7 445	4	<1	100			<1
Leguminosas	Varios	ETH013	ILRI-Ethiopia	7 310	4	99			1	
Leguminosas	Varios	JPN003	NIAS	6 040	3	6	18	1		75
Leguminosas	Varios	KEN015	KARI-NGBK	4 473	2	8	19	3		71
Leguminosas	Varios	SYR002	ICARDA	3 435	2	98	2			<1
Leguminosas	Varios	NZL001	AGRESEARCH	3 104	2					100
Leguminosas	Varios	GBR004	RBG	2 809	2	100				

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Leguminosas	Varios	MEX001	INIA-Iguala	2 300	1					100
Leguminosas	Varios	THA005	FCRI-DA/TH	2 250	1			100		
Leguminosas	Varios		Otros (301)	72 810	40	28	28	2	3	39
Leguminosas	Varios		Total	183 078	100	29	19	3	3	47
Alfalfa	<i>Medicago</i>	AUS006	AMGRC	27 827	30	78	1	16	3	3
Alfalfa	<i>Medicago</i>	UZB036	UzRICBSP	10 043	11					100
Alfalfa	<i>Medicago</i>	SYR002	ICARDA	9 164	10	90	4			6
Alfalfa	<i>Medicago</i>	USA022	W6	7 845	9	54	18	4	11	13
Alfalfa	<i>Medicago</i>	MAR088	INRA CRRAS	3 373	4	18	<1			82
Alfalfa	<i>Medicago</i>	RUS001	VIR	2 909	3	13	33			53
Alfalfa	<i>Medicago</i>	FRA041	INRA-MONTPEL	2 479	3	7	8			85
Alfalfa	<i>Medicago</i>	IRNO29	NPGBI-SPII	2 415	3		15			85
Alfalfa	<i>Medicago</i>	LBY001	ARC	1 927	2	100				<1
Alfalfa	<i>Medicago</i>	JPN003	NIAS	1 486	2		1	3		96
Alfalfa	<i>Medicago</i>	ITA363	PERUG	1 338	1	16	7	50	5	23
Alfalfa	<i>Medicago</i>	TUR001	AARI	1 006	1	100			<1	
Alfalfa	<i>Medicago</i>		Otros (130)	20 110	22	22	11	7	18	42
Alfalfa	<i>Medicago</i>		Total	91 922	100	47	6	7	6	34
Trébol	<i>Trifolium</i>	AUS137	WADA	11 326	15	99		<1	1	
Trébol	<i>Trifolium</i>	NZL001	AGRESEARCH	6 607	9					100
Trébol	<i>Trifolium</i>	SYR002	ICARDA	4 522	6	82	4			14
Trébol	<i>Trifolium</i>	GBR016	IBERS-GRU	4 362	6	32	1	17	15	35
Trébol	<i>Trifolium</i>	ESP010	SIAEX	4 031	5	88		1	1	10
Trébol	<i>Trifolium</i>	USA022	W6	3 476	5	46	9	5	17	23
Trébol	<i>Trifolium</i>	RUS001	VIR	2 965	4	33	28	4		35
Trébol	<i>Trifolium</i>	ITA394	CRA-FLC	1 878	3	94	1	1	4	
Trébol	<i>Trifolium</i>	IRNO29	NPGBI-SPII	1 626	2		14			86
Trébol	<i>Trifolium</i>	ETH013	ILRI-Ethiopia	1 529	2	95			5	
Trébol	<i>Trifolium</i>	JPN003	NIAS	1 441	2	2	1	4		93
Trébol	<i>Trifolium</i>	TUR001	AARI	1 055	1	100				

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Trébol	<i>Trifolium</i>	DEU146	IPK	1 052	1	62	<1	1	18	19
Trébol	<i>Trifolium</i>		Otros (124)	28 288	38	43	7	4	9	37
Trébol	<i>Trifolium</i>		Total	74 158	100	53	5	3	6	33
Gramíneas	Varias	JPN055	KNAES	5 614	10					100
Gramíneas	Varias	NZL001	AGRESEARCH	5 063	9					100
Gramíneas	Varias	USA022	W6	4 502	8	67	4	1	5	23
Gramíneas	Varias	KEN015	KARI-NGBK	4 491	8	4	10	<1		86
Gramíneas	Varias	ETH013	ILRI-Ethiopia	2 016	4	96			4	
Gramíneas	Varias	AUS048	ATCFC	1 528	3	40	<1	<1	1	59
Gramíneas	Varias	MEX008	INIFAP	1 509	3	2				98
Gramíneas	Varias	GBR004	RBG	1 337	2	100				
Gramíneas	Varias		Otros (210)	28 895	53	34	3	5	3	55
Gramíneas	Varias		Total	54 955	100	31	3	3	2	61
Veza	<i>Vicia</i>	SYR002	ICARDA	6 108	16	52	11			38
Veza	<i>Vicia</i>	RUS001	VIR	5 751	15		27	1		72
Veza	<i>Vicia</i>	DEU146	IPK	3 254	8	4	39	25	11	21
Veza	<i>Vicia</i>	AUS039	ATFCC	2 749	7	6	<1	<1	<1	94
Veza	<i>Vicia</i>	ITA004	IGV	2 210	6					100
Veza	<i>Vicia</i>	TUR001	AARI	1 985	5	41	58		<1	
Veza	<i>Vicia</i>	USA022	W6	1 841	5	46	14	<1	5	35
Veza	<i>Vicia</i>	GBR001	SOUTA	1 781	5	100				
Veza	<i>Vicia</i>	ESP004	INIACRF	1 516	4	15	83		<1	2
Veza	<i>Vicia</i>	BGR001	IPGR	1 399	4	17			<1	83
Veza	<i>Vicia</i>		Otros (101)	9 866	26	23	26	4	5	41
Veza	<i>Vicia</i>		Total	38 460	100	25	23	3	3	46
Festuca	<i>Festuca</i>	POL003	IHAR	4 777	14		<1			100
Festuca	<i>Festuca</i>	JPN003	NIAS	4 258	13		4	3		93
Festuca	<i>Festuca</i>	USA022	W6	2 452	7	63	6	1	14	16
Festuca	<i>Festuca</i>	DEU271	IPK	2 180	7	62	<1	4	25	9

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Festuca	<i>Festuca</i>	GBR016	IBERS-GRU	1 498	5	65	5	6	6	19
Festuca	<i>Festuca</i>		Otros (99)	17 843	54	22	24	1	7	46
Festuca	<i>Festuca</i>		Total	33 008	100	24	14	2	7	54
Gramíneas	<i>Dactylis</i>	POL022	BYDG	6 010	19		97		1	2
Gramíneas	<i>Dactylis</i>	JPN019	NGRI	2 684	9					100
Gramíneas	<i>Dactylis</i>	DEU271	IPK	1 929	6	79	<1	4	14	2
Gramíneas	<i>Dactylis</i>	USA022	W6	1 588	5	58	8	4	8	22
Gramíneas	<i>Dactylis</i>	GBR016	IBERS-GRU	1 094	3	66	2	16	9	7
Gramíneas	<i>Dactylis</i>		Otros (93)	18 089	58	50	4	1	4	41
Gramíneas	<i>Dactylis</i>		Total	31 394	100	39	21	2	4	34
Guisante	<i>Lathyrus</i>	FRA092	LEM/IBEAS	3 627	14	9				91
Guisante	<i>Lathyrus</i>	SYR002	ICARDA	3 225	12	45	12			43
Guisante	<i>Lathyrus</i>	IND001	NBPGR	2 797	11	<1	2	<1	3	94
Guisante	<i>Lathyrus</i>	BGD164	BARI	1 845	7		100			
Guisante	<i>Lathyrus</i>	CHL004	INIA CARI	1 424	5	100				
Guisante	<i>Lathyrus</i>	AUS039	ATFCC	1 366	5					100
Guisante	<i>Lathyrus</i>	GBR001	SOUTA	1 185	5	100				
Guisante	<i>Lathyrus</i>		Otros (88)	10 597	41	20	29	1	1	49
Guisante	<i>Lathyrus</i>		Total	26 066	100	25	21	<1	1	53
Gramíneas	<i>Lolium</i>	DEU271	IPK	3 408	13	61	<1	3	27	9
Gramíneas	<i>Lolium</i>	GBR016	IBERS-GRU	3 194	12	58	1	10	20	11
Gramíneas	<i>Lolium</i>	POL022	BYDG	2 152	8		96		2	3
Gramíneas	<i>Lolium</i>	JPN003	NIAS	1 896	7	3	1	13		84
Gramíneas	<i>Lolium</i>	NZL001	AGRESEARCH	1 841	7					100
Gramíneas	<i>Lolium</i>	USA022	W6	1 364	5	45	6	<1	26	23
Gramíneas	<i>Lolium</i>	FRA040	INRA-CLERMON	1 000	4	70				30
Gramíneas	<i>Lolium</i>		Otros (93)	10 732	42	25	8	2	17	48
Gramíneas	<i>Lolium</i>		Total	25 587	100	31	12	3	15	39

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Mijo	<i>Panicum</i>	JPN003	NIAS	5 758	33	2	<1	1		97
Mijo	<i>Panicum</i>	KEN015	KARI-NGBK	2 328	13	1	<1			98
Mijo	<i>Panicum</i>	USA016	S9	784	4	2	<1	2	2	93
Mijo	<i>Panicum</i>	CIV010	CN	570	3					100
Mijo	<i>Panicum</i>	COL003	CIAT	563	3	98				2
Mijo	<i>Panicum</i>		Otros (86)	7 630	43	16	2	7	1	74
Mijo	<i>Panicum</i>		Total	17 633	100	11	1	3	1	84
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	COL003	CIAT	4 276	40	99	<1			<1
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	AUS048	ATCFC	1 849	17	7		1	<1	92
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	BRA010	CNPGC	1 062	10					100
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	KEN015	KARI-NGBK	1 056	10	3	90			8
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	ETH013	ILRI-Ethiopia	994	9	98			2	
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>	USA016	S9	111	1			1	1	98
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>		Otros (39)	1 385	13	7	6	2	1	84
Tebeneque	<i>Stylosanthes</i>		Total	10 733	100	51	10	<1	<1	38
Gramíneas	<i>Poa</i>	POL022	BYDG	2 329	23		96		3	1
Gramíneas	<i>Poa</i>	USA022	W6	1 716	17	82	2	1	10	5
Gramíneas	<i>Poa</i>	DEU271	IPK	1 122	11	60	<1	4	26	10
Gramíneas	<i>Poa</i>	SWE054	NORDGEN	594	6	81	4	2	10	2
Gramíneas	<i>Poa</i>	NZL001	AGRESEARCH	321	3					100
Gramíneas	<i>Poa</i>	JPN003	NIAS	271	3	17	2	44		37
Gramíneas	<i>Poa</i>		Otros (64)	3 897	38	29	1	2	12	56
Gramíneas	<i>Poa</i>		Total	10 250	100	36	23	3	10	28
Gramíneas	<i>Phleum</i>	POL003	IHAR	2 549	27		<1			100
Gramíneas	<i>Phleum</i>	DEU271	IPK	1 093	12	73	2	2	18	6
Gramíneas	<i>Phleum</i>	SWE054	NORDGEN	767	8	65	21	1	7	5
Gramíneas	<i>Phleum</i>	USA022	W6	692	7	37	10	<1	16	36
Gramíneas	<i>Phleum</i>	JPN003	NIAS	222	2		12	7		81

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Gramíneas	<i>Phleum</i>		Otros (56)	4 011	43	15	62	2	9	12
Gramíneas	<i>Phleum</i>		Total	9 334	100	23	30	1	8	38
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	AUS006	AMGRC	1 934	24	92	<1	4	5	<1
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	NZL001	AGRESEARCH	1 157	14					100
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	USA022	W6	929	11	56	3	4	12	24
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	GBR016	IBERS-GRU	492	6	20	1	30	16	34
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	POL003	IHAR	269	3		4			96
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	CHL004	INIA CARI	260	3	100				
Cuernecillo	<i>Lotus</i>	ITA363	PERUG	246	3	63		7	12	17
Cuernecillo	<i>Lotus</i>		Otros (82)	2 895	35	51	15	2	5	28
Cuernecillo	<i>Lotus</i>		Total	8 182	100	52	6	4	5	32
Gramíneas	<i>Bromus</i>	USA022	W6	1 203	15	68	5	1	9	17
Gramíneas	<i>Bromus</i>	NZL001	AGRESEARCH	840	11					100
Gramíneas	<i>Bromus</i>	CHL028	INIA INTIH	595	8	100				
Gramíneas	<i>Bromus</i>	ARG1227	EEA INTA Anguil	490	6	100				
Gramíneas	<i>Bromus</i>	KAZ019	SPCGF	364	5	21		79		
Gramíneas	<i>Bromus</i>	URY002	FAGRO	320	4	100				
Gramíneas	<i>Bromus</i>	DEU146	IPK	317	4	11	<1		2	87
Gramíneas	<i>Bromus</i>	CAN004	PGRC	293	4	77	10	2	10	2
Gramíneas	<i>Bromus</i>	AUS006	AMGRC	229	3	93		<1	4	3
Gramíneas	<i>Bromus</i>		Otros (82)	3 157	40	50	1	2	3	44
Gramíneas	<i>Bromus</i>		Total	7 808	100	55	2	5	3	35
Centeno	<i>Elymus</i>	USA022	W6	3 310	67	92	3	<1	1	3
Centeno	<i>Elymus</i>	SWE054	NORDGEN	305	6	100				
Centeno	<i>Elymus</i>	AUS006	AMGRC	179	4	92			6	2
Centeno	<i>Elymus</i>	DEU146	IPK	125	3	6	1		2	90
Centeno	<i>Elymus</i>	CHN001	ICGR-CAAS	117	2					100
Centeno	<i>Elymus</i>	CZE122	RICP	110	2	98			2	

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos forrajeros										
Centeno	<i>Elymus</i>		Otros (40)	770	16	68	<1	1	3	28
Centeno	<i>Elymus</i>		Total	4 916	100	85	2	<1	2	11
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	KEN015	KARI-NGBK	1 138	30	1	2			96
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	GBR016	IBERS-GRU	469	12	74		1	3	23
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	AUS048	ATCF	395	11	10			<1	90
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	ETH013	ILRI-Ethiopia	293	8	95			5	
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	BRA017	CPATSA	237	6					100
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>	JPN003	NIAS	195	5	5	1			94
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>		Otros (45)	1 031	27	22	5	8	<1	66
Gramíneas	<i>Cenchrus</i>		Total	3 758	100	24	2	2	1	71
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	USA995	NCGRP	1 071	61	1			1	99
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	KEN015	KARI-NGBK	116	7	1				99
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	ETH013	ILRI-Ethiopia	104	6	98			2	
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	COL003	CIAT	93	5	100				
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	CAN041	LRS	55	3	100				
Gramíneas	<i>Andropogon</i>	ARG1133	IBONE	50	3					100
Gramíneas	<i>Andropogon</i>		Otros (42)	277	16	28	5	4	5	58
Gramíneas	<i>Andropogon</i>		Total	1 766	100	19	1	1	1	78
Cultivos azucareros										
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	BRA189	CTC	5 000	12					100
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	CUB041	INICA	3 619	9	2			98	
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	BRB001	WICSBS	3 493	8					100
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	JPN003	NIAS	2 916	7	8	1	27		64
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	USA047	MIA	2 426	6	10	3	2	7	77
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	GUY016	GSC	2 223	5				100	
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	DOM010	CRC	1 965	5					100
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	BGD015	BSRI	1 364	3	3	27	31		40
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	PAK130	SRI	1 200	3			100		
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	PHL251	SRA-LGAREC	1 161	3		1	22	77	

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos azucareros										
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>	THA005	FCRI-DA/TH	1 093	3	59		41		
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>		Otros (49)	14 668	36	1	10	4	27	58
Caña de azúcar	<i>Saccharum</i>		Total	41 128	100	3	5	9	26	56
Remolacha	<i>Beta</i>	USA022	W6	2 510	11	26	34	19	15	5
Remolacha	<i>Beta</i>	DEU146	IPK	2 209	10	48	17	8	24	3
Remolacha	<i>Beta</i>	SRB002	IFVCNS	2 140	10				100	
Remolacha	<i>Beta</i>	FRA043	INRA-DIJON	1 630	7	11	31	28	31	
Remolacha	<i>Beta</i>	CHN001	ICGR-CAAS	1 388	6					100
Remolacha	<i>Beta</i>	RUS001	VIR	1 354	6		1	50	46	3
Remolacha	<i>Beta</i>	JPN003	NIAS	1 339	6	2		21		77
Remolacha	<i>Beta</i>		Otros (95)	9 776	44	12	7	10	10	61
Remolacha	<i>Beta</i>		Total	22 346	100	14	11	14	23	39
Cultivos de fibra										
Algodón	<i>Gossypium</i>	UZB036	UzRICBSP	12 048	11					100
Algodón	<i>Gossypium</i>	USA049	COT	9 387	9	21	2	8	4	64
Algodón	<i>Gossypium</i>	IND512	CICR	9 000	9		100			
Algodón	<i>Gossypium</i>	CHN001	ICGR-CAAS	7 226	7	7				93
Algodón	<i>Gossypium</i>	RUS001	VIR	6 205	6		23	16	58	3
Algodón	<i>Gossypium</i>	FRA002	IRCT-Cirad	4 116	4	12	38			50
Algodón	<i>Gossypium</i>	BRA003	CENARGEN	3 179	3					100
Algodón	<i>Gossypium</i>	PAK009	CCRI	1 830	2	2		98		
Algodón	<i>Gossypium</i>	VNM013	INCORD	1 400	1			100		
Algodón	<i>Gossypium</i>	AZE015	GRI	1 370	1			<1	100	
Algodón	<i>Gossypium</i>		Otros (98)	49 019	47	5	6	7	5	78
Algodón	<i>Gossypium</i>		Total	104 780	100	5	15	8	7	65
Lino	<i>Linum</i>	RUS001	VIR	5 282	12		10	39	<1	50
Lino	<i>Linum</i>	ETH085	IBC	3 433	8		100			
Lino	<i>Linum</i>	CAN004	PGRC	3 418	8	2	6	12	11	69
Lino	<i>Linum</i>	CHN001	ICGR-CAAS	3 003	7					100

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos de fibra										
Lino	<i>Linum</i>	USA020	NC7	2 994	7	3	1	<1	5	90
Lino	<i>Linum</i>	ROM002	ICCPT Fundul	2 880	7	3	2	44	51	
Lino	<i>Linum</i>	IND849	Linseed	2 730	6		100			
Lino	<i>Linum</i>	DEU146	IPK	2 323	5	2	39	15	40	3
Lino	<i>Linum</i>	ARG1342	BBC-INTA	2 226	5				100	
Lino	<i>Linum</i>	CZE090	SUMPERK	2 054	5		25	24	50	1
Lino	<i>Linum</i>	BGR001	IPGR	1 437	3	<1	3		<1	96
Lino	<i>Linum</i>	UKR015	ILK	1 063	2		14	3	74	10
Lino	<i>Linum</i>		Otros (69)	10 158	24	1	25	19	23	32
Lino	<i>Linum</i>		Total	43 001	100	1	26	15	22	36
Yute										
Yute	<i>Corchorus</i>	IND001	NBPGR	5 408	46	5	37	3	2	54
Yute	<i>Corchorus</i>	BGD001	BJRI	4 110	35	7				93
Yute	<i>Corchorus</i>	KEN015	KARI-NGBK	203	2	22	66			12
Yute	<i>Corchorus</i>	THA005	FCRI-DA/TH	160	1			100		
Yute	<i>Corchorus</i>	RUS001	VIR	150	1		1			99
Yute	<i>Corchorus</i>	TWN001	AVRDC	143	1		26		1	73
Yute	<i>Corchorus</i>		Otros (35)	1 515	13	29	38	11	1	22
Yute	<i>Corchorus</i>		Total	11 689	100	9	24	4	1	63

Cultivos de plantas medicinales, aromáticas, estimulantes y de especias										
Café	<i>Coffea</i>	CIV011	IRCC/Cirad	6 560	22	87			2	11
Café	<i>Coffea</i>	BRA006	IAC	4 152	14					100
Café	<i>Coffea</i>	FRA014	Cirad	3 800	13				55	45
Café	<i>Coffea</i>	CRI134	CATIE	1 835	6					100
Café	<i>Coffea</i>	CUB035	ECICC	1 597	5	10	64	10	16	
Café	<i>Coffea</i>	ETH075	JARC	1 284	4				7	93
Café	<i>Coffea</i>	COL014	CENICAFE	1 119	4	4				96
Café	<i>Coffea</i>		Otros (57)	9 960	33	6	18	9	10	57
Café	<i>Coffea</i>		Total	30 307	100	21	9	3	12	54

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos de plantas medicinales, aromáticas, estimulantes y de especias										
Mostaza	<i>Sinapis</i>	IND001	NBPGR	5 509	21	1	23	<1	2	75
Mostaza	<i>Sinapis</i>	CHN001	ICGR-CAAS	3 073	12					100
Mostaza	<i>Sinapis</i>	AUS039	ATFCC	1 547	6	2	11	19	17	51
Mostaza	<i>Sinapis</i>	RUS001	VIR	1 372	5		4	17	79	
Mostaza	<i>Sinapis</i>	VNM006	FCRI	1 300	5		100			
Mostaza	<i>Sinapis</i>		Otros (79)	13 610	52	3	57	2	5	32
Mostaza	<i>Sinapis</i>		Total	26 411	100	2	40	3	8	47
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	CHN001	ICGR-CAAS	3 407	16					100
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	IND115	CTRI	2 550	12	6				94
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	USA074	TOB	2 108	10	6	6	6	26	55
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	ITA403	CRA-CAT	1 711	8	84			16	
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	AUS048	ATCFC	948	4	42	3	43	10	1
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	POL057	PULT	908	4					100
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	CUB029	IIT	780	4	4	7	88	1	
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	TUR001	AARI	638	3		94		6	
Tabaco	<i>Nicotiana</i>	UKR079	KST	612	3		13		9	77
Tabaco	<i>Nicotiana</i>		Otros (60)	8 053	37	4	11	15	22	49
Tabaco	<i>Nicotiana</i>		Total	21 715	100	11	8	11	13	57
Cacao	<i>Theobroma</i>	TTO005	CRU	2 325	19	44	1		55	
Cacao	<i>Theobroma</i>	GHA005	CRIG	1 000	8			100		
Cacao	<i>Theobroma</i>	BRA074	CEPEC	754	6					100
Cacao	<i>Theobroma</i>	COL029	CORPOICA	746	6					100
Cacao	<i>Theobroma</i>	CRI134	CATIE	710	6					100
Cacao	<i>Theobroma</i>	CIV059	IDEFOR-DCC	700	6					100
Cacao	<i>Theobroma</i>	FRA014	Cirad	700	6				29	71
Cacao	<i>Theobroma</i>	ECU021	EETP	645	5					100
Cacao	<i>Theobroma</i>	SLE015	NUC	200	2				100	
Cacao	<i>Theobroma</i>		Otros (51)	4 593	37	<1	22	8	6	64
Cacao	<i>Theobroma</i>		Total	12 373	100	8	8	11	16	56

APÉNDICE 2

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos de plantas medicinales, aromáticas, estimulantes y de especias										
Té	<i>Camellia</i>	JPN003	NIAS	7 312	62	<1	<1	2		98
Té	<i>Camellia</i>	VNM025	VINATRI	2 500	21		100			
Té	<i>Camellia</i>	IND368	UPASI-TRI	567	5		100			
Té	<i>Camellia</i>	LKA123	TRI	560	5			100		
Té	<i>Camellia</i>	BGD012	BTRI	474	4	<1	76		<1	24
Té	<i>Camellia</i>	ARG1222	EEA INTA Cerro Azul	189	2			100		
Té	<i>Camellia</i>	AZE009	HSCRI	81	1			86	14	
Té	<i>Camellia</i>		Otros (10)	156	1	3	13	40		45
Té	<i>Camellia</i>		Total	11 839	100	<1	29	9	<1	62
Opio	<i>Papaver</i>	TUR001	AARI	3 559	35	1	99			
Opio	<i>Papaver</i>	DEU146	IPK	1 154	11	4	59	3	21	14
Opio	<i>Papaver</i>	UKR008	UDS	1 081	11		3	28	1	68
Opio	<i>Papaver</i>	HUN003	RCA	967	10	<1	66		13	21
Opio	<i>Papaver</i>	IND001	NBPGR	823	8	1	<1	17	<1	81
Opio	<i>Papaver</i>	USA022	W6	338	3	79	4		1	16
Opio	<i>Papaver</i>	RUS001	VIR	267	3		61	1	32	5
Opio	<i>Papaver</i>	SVK001	SVKPIEST	262	3		49	28	23	1
Opio	<i>Papaver</i>	BGR001	IPGR	244	2		2		<1	98
Opio	<i>Papaver</i>		Otros (38)	1 377	14	15	20	5	16	45
Opio	<i>Papaver</i>		Total	10 072	100	6	54	6	7	27
Cultivos industriales y ornamentales										
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	MYS111	MRB	60 000	81	100				
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	IND031	RRII	4 772	6	95			5	
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	CIV061	IDEFOR-DPL	2 330	3					100
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	LBR004	FPC	1 215	2			99	1	
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	BRA006	IAC	1 000	1					100
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>	VNM009	RRI	960	1					100
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>		Otros (16)	3 379	5	3	<1		6	91
Caucho de Pará	<i>Hevea</i>		Total	73 656	100	88	<1	2	1	10

CUADRO A2
Colecciones de germoplasma por cultivo

Agrupamiento por cultivo	Género	Banco de genes		Muestras		Tipo de muestra (%)				
		Código del instituto	Sigla	N.º	%	WS	LR	BL	AC	OT
Cultivos industriales y ornamentales										
Cultivos para madera	Varios	FRA219	INRA-BORDEAU	24 275	40					100
Cultivos para madera	Varios	NLD039	IBN-DLO	10 795	18	2	2		1	96
Cultivos para madera	Varios	BRA190	CNPF	4 000	7					100
Cultivos para madera	Varios	GBR004	RBG	1 080	2	100				
Cultivos para madera	Varios	COL102	CC	791	1					100
Cultivos para madera	Varios	ARG1342	BBC-INTA	777	1	21	21		12	46
Cultivos para madera	Varios	IRL007	COILLTE	612	1	37		63		
Cultivos para madera	Varios	USA131	NA	529	1	60	13		1	26
Cultivos para madera	Varios	HND030	CONSEFORH	485	1	68	<1		32	
Cultivos para madera	Varios	POL001	PAN	450	1					100
Cultivos para madera	Varios	LTU001	LIA	302	<1		3	35		63
Cultivos para madera	Varios	ESP022	INIAFOR	240	<1				83	17
Cultivos para madera	Varios	HUN044	UHFI-DFD	239	<1	10			57	32
Cultivos para madera	Varios		Otros (94)	15 986	26	7	3	1	3	86
Cultivos para madera	Varios		Total	60 561	100	6	1	1	2	90
Ornamentales	Varios	JPN003	NIAS	3 807	22		<1	1		99
Ornamentales	Varios	FRA179	INRA-RENNES	1 650	9		3		97	
Ornamentales	Varios	POL001	PAN	1 540	9					100
Ornamentales	Varios	CZE079	PRUHON	1 288	7	1	1	<1	93	5
Ornamentales	Varios	BRA203	IBOT	1 272	7					100
Ornamentales	Varios		Otros (75)	8 112	46	17	3	19	20	41
Ornamentales	Varios		Total	17 669	100	8	2	9	25	56



Apéndice 3

Los últimos adelantos en metodologías y tecnologías para la identificación, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura

A3.1 Introducción

La magnitud y estructura de la diversidad genética de una población determina su capacidad para adaptarse al ambiente mediante la selección natural. Esto se debe a que cuando la diversidad genética es escasa se reducen las combinaciones posibles de genes capaces de conferir adaptación biológica y, por consiguiente, capacidad de adaptación ante las variaciones de las condiciones ambientales, lo cual reduce la probabilidad de que surjan nuevos individuos valiosos en la población. De este modo, una población que crece en la naturaleza (o que se maneja en un área protegida) debe contar con una diversidad genética adecuada para asegurar su existencia frente a los constantes cambios en los componentes bióticos y abióticos de su ecosistema.

Un escenario paralelo donde se observan poblaciones naturales es el de los programas de fitomejoramiento con respecto a la variación heredable disponible dentro del germoplasma. Los fitomejoradores buscan y recombinan la variabilidad genética en las poblaciones de sus cruzamientos y realizan un seguimiento de las características o rasgos deseados que permiten que los cultivos subsistan en determinados ambientes, o bien resistan ante ciertas plagas o patógenos. Por lo tanto, los fitomejoradores necesitan acceso a una diversidad genética adecuada para lograr resultados satisfactorios en los programas de mejoramiento.

Remarcando estos escenarios (variaciones en la naturaleza y en las colecciones de germoplasma destinadas al fitomejoramiento), conceptualizados de manera superficial como “la diversidad es buena” en la naturaleza y en los programas de fitomejoramiento, subyacen varios asuntos de gran complejidad. Es imprescindible y fundamental distinguir entre la diversidad fenotípica (el resultado neto de la interacción entre componentes heredables y no heredables de variación) y la diversidad genética (hereditaria). Otros problemas están relacionados con la necesidad de elaborar estrategias para buscar, mantener, medir y controlar la diversidad genética, y de idear mecanismos para explotar esta diversidad con mayor eficiencia. Los procesos inherentes a ambos escenarios pueden complicarse aún más a causa de la biología de las especies, que abarca el sistema de mejoramiento genético, ya sea anual o perenne, los niveles de ploidía y su tolerancia ecológica. Es por ello que el grado de comprensión de estos factores repercute en la capacidad de los investi-

gadores para desarrollar estrategias de mejoramiento o conservación de las especies en cuestión.

También existen problemas no biológicos que pueden complicar las prácticas de ordenación de poblaciones naturales o de materiales de mejora; éstas incluyen problemas organizativos, de políticas, legales y económicos. Además, se pueden observar problemas de escala a nivel nacional, regional y mundial, con respecto a la colaboración, los incentivos y la eficacia que facilitan la conservación y utilización de recursos genéticos.

El objetivo de este Apéndice es resumir primordialmente el estado del conocimiento científico, las prácticas y las tecnologías en materia de diversidad genética que han surgido desde la publicación del Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* en 1998, donde también se incluyó un resumen similar en el Anexo 1. También se tratará el estado del entorno propicio para el aspecto social, ya que sus componentes repercuten en forma directa en la capacidad nacional para la conservación y utilización de los recursos genéticos.

El Anexo 1 del Primer Informe expone claramente la importancia de la diversidad genética en el contexto de la conservación y utilización de germoplasma vegetal; los contrastes existentes entre la variación genética cualitativa y cuantitativa y la distinta importancia que los encargados y usuarios de los recursos genéticos atribuyen a estos factores; los medios y las técnicas de conservación; las diversas estrategias de mejoramiento y sus funciones y desafíos con respecto a los objetivos de mejoramiento; y, por último, las cuestiones legales y económicas que pueden promover o desalentar la conservación y utilización de los recursos genéticos. Este Apéndice no repite esa información, sino que se centra en los nuevos avances logrados desde la publicación del Primer Informe.

A3.2 Avances en el conocimiento de la genética relevantes para la conservación y utilización de los RFAA

Los principales avances en la comprensión y aplicación del concepto de herencia en la ordenación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) en los últimos 12 años emanan de los grandes adelantos que se han logrado en la biología molecular,

APÉNDICE 3

particularmente en materia de genómica, el estudio de toda la constitución genética de un individuo (genoma). Gracias a la capacidad de secuenciar genomas completos de manera oportuna y eficiente, el período se ha caracterizado por un volumen en constante crecimiento de información secuencial de ADN, genes y proteínas a disposición del público. Esto, además, se ha visto perfeccionado por los increíbles avances conseguidos en materia de generación y análisis de datos para alcanzar un nivel de información que era inalcanzable hace un par de décadas. Este paradigma contrasta notablemente con el grado de comprensión mucho menor del concepto de herencia, que había sido posible hasta ahora mediante el uso de la genética clásica de manera aislada.

La genómica y los campos relacionados de la proteómica (el estudio de las proteínas), la metabolómica (el estudio de los metabolitos) y la más reciente fenómica (el estudio de los fenotipos en relación con la genómica) han surgido de una confluencia entre la genética clásica, las herramientas de laboratorio automatizadas para la generación de datos moleculares y los métodos de gestión de la información, en especial la bioinformática. Los avances en el ámbito de la taxonomía y la sistemática, que se pueden atribuir en gran medida a la información perfeccionada proveniente de la utilización de los enfoques de biología molecular en las caracterizaciones de genomas, han posibilitado una mejor comprensión de la estructura de las reservas genéticas y de las relaciones dentro y entre las agrupaciones taxonómicas. Además, en algunos casos, esta mejor comprensión ha ocasionado la revocación de las clasificaciones taxonómicas asignadas hasta el momento. Estas nuevas ramas de las ciencias biológicas repercuten de manera directa en la gestión del germoplasma (es decir, en la designación de las colecciones de referencia) y en la determinación de las necesidades de otras colecciones de recursos genéticos. Asimismo, los datos moleculares, al no verse afectados por el entorno, son especialmente útiles para idear estrategias de mejoramiento de los cultivos que incluyen actividades de preselección, ya que son particularmente adecuadas para realizar una búsqueda exhaustiva en las reservas genéticas con el propósito de encontrar nuevas fuentes de alelomorfos.

Las contribuciones que la genómica y otras ciencias similares han aportado a la biología básica han sido igualmente profundas, dado que la aplicación juiciosa de dichas ciencias continúa posibilitando una mejor comprensión de los procesos metabólicos y de sus vías y componentes clave.

Esto permite que los investigadores, en última instancia, logren una mayor precisión en la identificación de genes y de sus alelomorfos para utilizar esta información en el mejoramiento de los cultivos. Otro hecho importante es que las técnicas de biología molecular están permitiendo obtener conocimientos más acabados y precisos sobre la adaptación y la evolución. Esto permite diferenciar claramente la diversidad genética neutral de la diversidad genética adaptativa, y la función que los diferentes marcadores pueden desempeñar en la identificación y utilización de la diversidad genética.

En la actualidad, la capacidad generalizada de utilizar enfoques moleculares apropiados para identificar segmentos de genomas que realicen diferenciaciones entre individuos (conocidos como marcadores moleculares) y de aplicar algoritmos estadísticos para identificar con precisión la ubicación de los genomas de dichos "puntos de referencia", hace que los marcadores moleculares sean, hoy día, las herramientas de preferencia para rastrear la herencia de determinadas regiones de genomas en los programas de fitomejoramiento (selección asistida por marcadores) y para caracterizar las colecciones de germoplasma. El uso rutinario de las herramientas moleculares en el análisis de las colecciones de germoplasma para la ordenación de los RFAA permitirá conseguir una mejor eficiencia en la gestión de las colecciones. Entre las ventajas se incluye un proceso más sencillo de identificación y eliminación de duplicados (u otros niveles de redundancia) en las colecciones de germoplasma, y de creación de colecciones de referencia.

Otra esfera de la ordenación de los RFAA que se ha visto profundamente afectada por la aplicación de las técnicas de biología molecular es la genética de poblaciones. Esto obedece al uso generalizado de datos moleculares en el estudio de las poblaciones (diversidad y estructura). La fuerte dependencia de los datos moleculares en la genética de poblaciones ha dado origen al neologismo "genómica de poblaciones". Cada vez es más habitual, por ejemplo, identificar un *locus* específico bajo selección natural y, por ende, de importancia adaptativa, simplemente tomando una muestra a nivel de la población. También se ha convertido en un procedimiento rutinario realizar un seguimiento de la expresión genética (basada en el perfilado genético de las transcripciones, o transcriptómica), incluso a nivel de los tejidos, bajo diferentes influencias ambientales (bióticas y abióticas) y conforme a un régimen cronológico. Una estrategia de estas características, además de permitir la identificación

de los genes que modulan cada expresión fenotípica, también posibilita la explicación de las funciones de los genes y sus interacciones con otros genes. De esta manera, el nivel de conocimiento logrado sobre los genes y sus funciones, y los avances en las herramientas utilizadas resultarán de un valor incalculable a medida que se realicen inversiones en programas de mejoramiento de los cultivos, destinados a desarrollar variedades que prosperen a pesar de las condiciones climáticas extremas previstas como consecuencia de las variaciones y el cambio climático mundial. Un ejemplo específico del impactante contraste entre lo que se consideraba posible en 1995 y lo que es posible ahora se observa en el Anexo 1 del Primer Informe, donde se afirmaba que la aplicación directa de la secuenciación del ADN era más útil para la identificación de un gen o grupo de genes que para analizar un genotipo completo. La conclusión en ese momento fue que había solo “una posibilidad muy limitada de tomar muestras de numerosas variantes para la caracterización de los RFAA”. En la actualidad, gracias a las mejoras tecnológicas, en especial aquellas relacionadas con las plataformas de alta capacidad de procesamiento para la extracción de ADN, la amplificación y visualización de fragmentos de ADN (y ARN), la determinación de secuencias de fragmentos de ADN (y de genomas completos), la capacidad de procesamiento informático considerablemente mejorada (análisis y almacenamiento de datos) y el conjunto de programas analíticos personalizados, la caracterización de grandes cantidades de muestras de polimorfismos (diferencias en secuencias) en miles de *loci* de ADN en todo el genoma se ha convertido en una tarea de rutina.¹

Otra esfera que ha registrado un progreso importante desde 1995 es la identificación del orden lineal conservado de los genes en los cromosomas, un fenómeno conocido como sintenia. Esto se ha establecido no solo entre especies estrechamente relacionadas sino con taxones más distantes e, incluso, entre especies cuyos tamaños de genoma difieren considerablemente. La sintenia se ha documentado para varios taxones en familias tales como las *Fabaceae*, *Poaceae*, *Solanaceae* y *Brassicaceae*. Estos hallazgos han impulsado la inversión de una importante cantidad de esfuerzos en el ámbito de la genómica comparativa, con el objetivo de aprovechar la información sobre secuencias genéticas de las especies modelo para identificar genes en taxones que no pertenezcan a estas especies. La medición de la microsintenia (similitud entre taxones en el ordenamiento de las secuencias nucleicas

a lo largo del mismo cromosoma) recién se pudo llevar a cabo con la disponibilidad de abundantes cantidades de datos sobre secuencias genómicas, actualmente de dominio público. Los casos demostrados de macrosintenia (similitud entre taxones en el ordenamiento de grandes cantidades de genes a lo largo del mismo cromosoma) sugieren, de este modo, que existen segmentos genómicos ancestrales conservados en varios taxones. Esto implica que los marcadores moleculares identificados en dichos segmentos podrían utilizarse en caracterizaciones genómicas, incluso entre diferentes taxones. Por supuesto, la utilidad de la sintenia siempre quedará sujeta a las influencias de las reorganizaciones cromosómicas.²

Los avances clave desde la publicación del Primer Informe, en general, han sido la mayor comprensión de la diversidad genética entre especies, poblaciones y reservas genéticas con respecto a la distribución y estructura, y una mayor capacidad para estudiar esta diversidad. Ahora se ha determinado que el polimorfismo de las secuencias nucleicas proporciona una información valiosa para comprender e implementar la diversidad genética en el mejoramiento de los cultivos. La utilidad de estos polimorfismos, como marcadores moleculares, es incluso mayor cuando el polimorfismo se produce dentro de un gen determinado (que proporciona marcadores funcionales). A continuación, se detallan algunos ejemplos representativos.

A3.3 Avances en materia de biotecnología relevantes para la conservación y utilización de los RFAA

Las aplicaciones iniciales de la biología molecular en la caracterización de genomas vegetales incluían una única secuenciación génica, el desarrollo y la utilización de marcadores de polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (PLFR) y de tipos de transferencia puntual de baja densidad de los alineamientos de ADN (transferencias Northern). Inicialmente, el estado del conocimiento también favoreció el paradigma de “un gen, un fenotipo”. Todo ello estaba vigente cuando se publicó el Primer Informe, pero rápidamente se suplantó por la determinación de secuencias de genomas completos, el uso generalizado de marcadores genéticos moleculares en la reacción en cadena de la polimerasa (RCP), los mar-

APÉNDICE 3

cadore de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) y los alineamientos de densidad media (para el descubrimiento de genes y la explicación de las funciones). Actualmente, la determinación de secuencias de genomas completos por comparación (mediante la utilización de múltiples especies relacionadas), la identificación de genotipos por ultra alta densidad (que incluye la resecuenciación de individuos) y los alineamientos de genomas completos para supervisar la transcripción de todo el genoma y la unión alternativa (o diferencial) son solo algunos ejemplos de las nuevas herramientas de biología molecular que están revolucionando la totalidad del análisis del genoma del germoplasma de cultivos. Además, el paradigma de “un gen, un fenotipo” está dando lugar a una nueva filosofía que contempla un genoma dinámico que responde de manera global a las vías de desarrollo y a las señales medioambientales.³

Velocidad, escala y tamaño son los parámetros en los que los avances tecnológicos tienen el mayor impacto positivo. La velocidad o capacidad de procesamiento ha aumentado considerablemente en diversas actividades, que van desde la extracción de ADN y las reacciones en cadena de la polimerasa hasta el perfilado de transcritomas de microalineamientos. La escala del enfoque también se ha ampliado significativamente, tal como se ejemplifica con la cantidad de marcadores moleculares que puede utilizarse para analizar muestras de ADN individuales de manera simultánea; la cantidad de progenie originada en sucesos de mutación o recombinación que puede analizarse para detectar respuestas de baja probabilidad; o bien la cantidad de muestras que puede manejarse simultáneamente con la robótica. En general, los tamaños y alcances manejables de varias actividades y ensayos han aumentado considerablemente; la cantidad de pares de bases de ácido nucleico que se pueden amplificar o secuenciar, el alcance de la cobertura del genoma en cualquier ensayo, la densidad de marcadores moleculares (cantidad de marcadores por centimorgan) en un mapa de ligamiento genético molecular, la longitud de los fragmentos insertados en bibliotecas de cromosomas artificiales bacterianos (BAC) y la longitud de los cóntigos que se pueden ensamblar al comparar datos de secuencias son solo algunos ejemplos de estos incrementos.

Curiosamente, los aumentos que se observan en el alcance y la escala han avanzado junto con las mejoras

concomitantes en los niveles de eficiencia, dado que los costos y el tiempo por punto de datos de una unidad han disminuido significativamente; los equipos y insumos son más accesibles, lo cual les ha permitido ingresar en instalaciones de investigación con distintas capacidades de presupuesto, infraestructura y recursos humanos. Sin embargo, cabe destacar que el resultado neto de los aumentos de velocidad, escala y tamaño, y la reducción de costo y tiempo es, en sí mismo, una nueva clase de limitación, ya que implica la necesidad de almacenar, procesar, analizar, interpretar y visualizar enormes volúmenes de datos. Los avances en el sector de equipos y programas informáticos se están encargando de resolver esta limitación en forma muy satisfactoria. Esto se ve reflejado en la gran variedad de alternativas que a menudo ofrece la parafernalia de la tecnología de la información para que los investigadores puedan administrar datos moleculares.

La determinación de las secuencias del genoma también ha continuado desarrollándose rápidamente junto con los avances en la ciencia de la biología molecular antes mencionados y las innovaciones logradas en las plataformas tecnológicas auxiliares. El primer genoma vegetal

Recuadro A3.1

Lista de especies de plantas con proyectos de secuenciación de genomas en curso durante 2010¹⁵

Amaranthus tuberculatus, *Aquilegia coerulea*, *A. formosa*, *Arabidopsis arenosa*, *Arundo donax*, *Beta vulgaris*, *Brassica napus*, *B. oleracea*, *B. rapa*, *Capsella rubella*, *Chlorophytum borivilianum*, *Citrus sinensis*, *C. trifoliata*, *Cucumis sativus*, *Dioscorea alata*, *Eucalyptus grandis*, *Gossypium hirsutum*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Hordeum vulgare*, *Jatropha curcas*, *J. tanjorensis*, *Lotus japonicus*, *Madhuca indica*, *Malus x domestica*, *Manihot esculenta*, *Milletia pinnata*, *Mimulus guttatus*, *Miscanthus sinensis*, *Musa acuminata*, *Nicotiana benthamiana*, *N. tabacum*, *Oryza barthii*, *Panicum virgatum*, *Phoenix dactylifera*, *Pinus taeda*, *Ricinus communis*, *Solanum demissum*, *S. lycopersicum*, *S. phureja*, *S. pimpinellifolium*, *S. tuberosum*, *Theobroma cacao*, *Triphysaria versicolor*, *Triticum aestivum*, *Vigna radiata* y *Zostera marina*.

completamente secuenciado fue el de *Arabidopsis thaliana* en el año 2000.⁴ Esta especie posee un genoma pequeño y se ha convertido en una especie vegetal modelo para la investigación en el campo de la biología y la genética. La segunda especie vegetal secuenciada fue una especie cultivada: el arroz. En 2002 se publicaron las secuencias de dos genotipos diferentes de arroz (*Oryza sativa indica*⁵ y *O. sativa japonica*).⁶ Además, la primera secuenciación de un genoma de árbol se realizó con una especie de álamo (*Populus trichocarpa*) en 2006.⁷ También en 2006, se publicó la secuencia preliminar del genoma de *Medicago truncatula*.⁸ Esta especie proporciona un modelo de genoma para las leguminosas. Los otros genomas de cultivos que se han secuenciado son los del sorgo (*Sorghum bicolor*), la uva (*Vitis vinifera*) y la papaya (*Carica papaya*); estas tres secuencias se publicaron en 2007.⁹ En 2008, se publicaron las secuencias preliminares de la soja (*Glycine max*)¹⁰ y de *Arabidopsis lyrata*¹¹, pariente cercana de la *A. thaliana*, pero con un genoma más grande. Más recientemente (2009), se publicaron las secuencias de *Brachypodium distachyon*¹² (una nueva especie modelo para pastos templados y cultivos energéticos herbáceos) y para el maíz (*Zea mays*).¹³ En el Recuadro A3.1 se identifican varias especies de plantas superiores con proyectos de secuenciación de genomas en curso (a principios de 2010).¹⁴ Además de la determinación de secuencias de genomas completos, hay disponibles enormes volúmenes de datos secuenciales para diversas especies de plantas; estos datos se obtienen a partir de la secuenciación de fragmentos considerables de sus genomas (por ejemplo, la secuenciación de bibliotecas de BAC o de cromosomas completos). Entre los ejemplos de especies de cultivos (o especies estrechamente relacionadas con los cultivos) con importantes depósitos de secuencias de ADN disponibles en bases de datos de acceso público se pueden mencionar: *Brassica rapa*, *Carica papaya*, *Gossypium hirsutum*, *Glycine max*, *Hordeum vulgare*, *Lotus japonicus*, *Medicago truncatula*, *Sorghum bicolor*, *Solanum lycopersicum*, *Triticum aestivum*, *Vitis vinifera* y *Zea mays*.¹⁶ Otra fuente de información secuencial son las colecciones de etiquetas de secuencia expresada (ESE, producidas por la secuenciación de bibliotecas de ADN complementario o ADNc) que se están generando para varios cultivos. El maíz, el trigo, el arroz, la cebada, la soja y *Arabidopsis* cuentan con las colecciones más grandes de secuencias ESE para plantas; se han publicado más de un millón de ESE para cada una de estas especies de plantas.¹⁷

El desarrollo de nuevas tecnologías de secuenciación del ADN¹⁸ se ha visto favorecido por las actividades de investigación y desarrollo financiadas con fondos públicos y privados en el ámbito de la genómica humana. Un tanto rezagada, pero no obstante aprovechando enormemente el progreso logrado en el campo de la genómica humana, se encuentra la aplicación de estas tecnologías a la investigación de plantas en general y, más específicamente, a la investigación pertinente para el mejoramiento de los cultivos, la evolución de las plantas y la conservación de los recursos fitogenéticos. Se están logrando avances continuos tanto en el equipo como en el programa utilizado para la secuenciación de genomas¹⁹ y se prevé que, en el futuro cercano, la determinación de secuencias de genomas completos será tan accesible que se convertirá en la estrategia de caracterización de genomas más utilizada. Para respaldar este pronóstico, las llamadas plataformas de secuenciación de última generación (es decir, los nuevos métodos que no se basan en el sistema de Sanger de 1997, a saber, secuenciador 454 de Roche y secuenciador SOLEXA de Illumina, sino que se basan en gran medida en la pirosecuenciación, una tecnología más eficiente y veloz) cada vez tienen más aceptación y, por lo tanto, mayor participación en el mercado de la secuenciación.

A3.4 Evaluación y análisis de la diversidad genética

Actualmente existen varias estrategias para evaluar la diversidad genética y la estructura de las poblaciones de plantas. Muchas de ellas estaban vigentes en el momento de la publicación del Primer Informe y siguen siendo valiosas; estas incluyen el análisis genealógico y los experimentos de campo replicados (para cuantificar las variaciones heredables y sus componentes). Las herramientas moleculares utilizadas para la caracterización del germoplasma y los estudios de la diversidad en 1995 incluían marcadores de izosimas, polimorfismos de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP), ADN polimórfico amplificado al azar (APAA), repetición de secuencia única (SSR) y polimorfismo de longitud de fragmentos amplificados (PLFA). Debido a la amplia difusión de los métodos de secuenciación de genomas y generación de ESE, ahora es mucho más sencillo generar marcadores SSR y, por lo tanto, se ha generalizado ampliamente su uso. Los avances conseguidos en los sis-

APÉNDICE 3

temas de detección de marcadores con alta capacidad de procesamiento, en especial las plataformas que son aptas para la automatización y los diversos grados de multiplexación, también han posibilitado una mayor facilidad y eficiencia en la utilización de marcadores basados en la RCP, incluidos los PLFA. Algo muy importante para destacar es que la capacidad de detectar SNP, un tipo de marcador que rápidamente se está convirtiendo en la opción preferida de los sistemas de alta capacidad de procesamiento, con facilidad en todas las partes de los genomas, es un resultado directo de la capacidad de secuenciación considerablemente mejorada. Las SSR y los más recientes SNP son aptos para la caracterización genotípica.²⁰ Los SNP ofrecen la promesa de un mapa con mayor resolución, más capacidad de procesamiento, costos menores y una tasa de error inferior en comparación con los marcadores SSR.²¹

Una característica adicional de estos marcadores (SNP y SSR) es la posibilidad de transferirlos de los genotipos en los que están identificados a materiales relacionados para los que no hay disponible información secuencial, sin necesidad de repetir la secuenciación.²² La discriminación de individuos mediante los SNP dispersos en un genoma o en una sección de interés en particular se ha convertido en una manera muy eficaz de caracterizar colecciones, como los materiales de mejoramiento (incluidas las poblaciones segregantes) y las muestras de bancos de genes.²³

La utilidad de la caracterización de genomas basada en SNP para el mejoramiento de cultivos y los bancos de genes (materiales *in situ* y *ex situ*) puede verse comprometida cuando no hay disponible información secuencial. En esos casos, los SNP no son una opción; un procedimiento de análisis de microalineamientos de alta capacidad de procesamiento, con la tecnología *Diversity Array Technology* (DArT), podría ser una alternativa más apropiada. La tecnología DArT realiza una discriminación entre individuos basándose en los polimorfismos resultantes de las comparaciones simultáneas con una representación genómica común definida. Se trata de un sistema de alta capacidad de procesamiento y bajo costo que requiere una muestra de ADN mínima por individuo y, al mismo tiempo, proporciona una cobertura integral del genoma, incluso en organismos que no disponen de información secuencial de ADN.²⁴ Desde la prueba de concepto realizada con el arroz en 2001, la DArT se ha empleado para análisis de alta capacidad de procesamiento en varios géneros, que incluyen cebada, *Musa* y eucalipto. Por ejemplo, los marcadores DArT resultaron igualmente

útiles para revelar las relaciones genéticas entre 48 muestras de *Musa* (derivadas de dos especies silvestres con diferentes composiciones genómicas) que otros marcadores, pero con un costo menor y mayor resolución y velocidad.²⁵

Las características cualitativas (como las numerosas resistencias a enfermedades y tolerancias a las tensiones) y cuantitativas (como los índices de rendimiento y productividad) son, por lo general, los objetivos de mejora de los programas de fitogenética y de caracterización de las colecciones de los bancos de genes. Obtener esta información para las colecciones de individuos es una tarea laboriosa y costosa, e incluye el rastreo en presencia de patógenos y tensiones en experimentos de campo replicados con tamaños de muestras adecuados. La utilidad de los marcadores moleculares, que podrían actuar como valores aproximados para este tipo de estudios laboriosos y costosos, es evidente.

Tanto las selecciones naturales como las artificiales están dirigidas a los genes. Si bien la selección es una fuerza específica del *locus*, crea un patrón de variación que incluye algunos *loci* en regiones específicas del genoma. La variación en las características regidas por los genes debería ser, por consiguiente, una medida de la diversidad genética adaptativa o del potencial adaptativo de una población o reserva genética de fitomejoramiento. La mayoría de los marcadores moleculares solo miden la variación genética neutra, es decir, las variaciones observadas en las secciones del genoma que no están relacionadas con la codificación ni con la regulación de los genes y que, por lo tanto, se supone que no se encuentran bajo presión de selección natural. Estos patrones de variación genética se encuentran en todo el genoma. Debido al hecho de que los métodos moleculares son veloces y relativamente económicos, los estudios sobre variaciones de marcadores moleculares cada vez se utilizan con más frecuencia y resultan atractivos como medios para evaluar la diversidad genética en poblaciones o reservas genéticas. Además, la utilización de estos marcadores de base genética para el análisis ofrece ventajas incluso más beneficiosas. Uno de los avances importantes logrados en la última década es que las relaciones entre la diversidad genética adaptativa y la diversidad genética neutra se están tornando mucho más claras.²⁶

Lamentablemente, muchos de los marcadores moleculares neutros no suelen indicar el potencial adaptativo de las poblaciones o muestras que caracterizan (por ejemplo, PLFR, APAA, PLFA y SSR).²⁷ En algunos casos, se han utilizado de manera inapropiada para este propósito con la supo-

sición de que existe una correlación positiva entre los marcadores neutros y la variación adaptativa cuantitativa. Existen marcadores moleculares neutros cuyo uso es apropiado y valioso para la conservación y utilización de recursos genéticos. Cuando es posible medir los patrones de la variación genética en varios marcadores moleculares neutros esparcidos aleatoriamente por todo un genoma, pueden resultar muy útiles para la medición de los procesos que tienen lugar dentro de los ecosistemas, como el flujo de genes, la deriva y migración o dispersión genéticas, que actúan en todo el genoma; estas mediciones son importantes para la biología de la población, para controlar el progreso en la conservación de especies en áreas protegidas o para poner a prueba el éxito de las conexiones espaciales entre reservas.²⁸

Dada la cantidad de enunciados nuevos y razonados sobre las distinciones entre los tipos de marcadores moleculares y la conveniencia de sus respectivas aplicaciones para la conservación y utilización de recursos genéticos, se espera que cualquier informe que aborde la implementación de marcadores moleculares proporcione un fundamento para el tipo de marcador utilizado con respecto al objetivo del trabajo.²⁹ Un ejemplo donde se investigó la utilidad de determinados tipos de marcadores para usos específicos es el análisis que se llevó a cabo en la cebada sobre tres tipos de marcadores (SSR derivados de ESE, PFLA y SNP derivados de ESE) para su utilización en análisis de diversidad en materiales de mejoramiento, poblaciones naturales y bancos de genes. Ningún tipo de marcador resultó ser el más apto para todos los usos analizados.³⁰

Dada la capacidad de trabajar con secuencias genómicas en bruto, ahora es posible apreciar el patrón integral de polimorfismos del ADN dentro de una especie. *Arabidopsis thaliana* es la planta que más se ha estudiado a este nivel desde que se determinó la secuencia de su genoma. Existe una inmensa variación natural tanto en los marcadores de ADN neutros como en aquellos *loci* que ocasionan los cambios fenotípicos.³¹ Las especies de cultivos propiamente dichas podrán aprovechar este modelo cada vez más a medida que las secuencias genómicas sean más accesibles. Los SNP derivados de las ESE se utilizaron satisfactoriamente para la identificación de cultivares en el melón; esto brinda un ejemplo de implementación de polimorfismo a nivel del ADN para la caracterización del genoma, un área donde existen pocas herramientas genómicas más allá de las ESE y los mapas genéticos basados en marcadores moleculares tempranos.³²

Mientras los investigadores aprovechan estas innovaciones, es necesario recalcar que las estrategias adoptadas para realizar estimaciones acerca de la diversidad genética deben adecuarse a los objetivos para la conservación y utilización de los recursos genéticos. Para ilustrar este punto, si el propósito de analizar la diversidad de una serie de poblaciones pertenecientes a una especie (medida por un marcador molecular neutro) es acordar una mayor prioridad para la conservación de las poblaciones más diversas con la suposición de que, además, se conservará la mayor diversidad genética adaptativa, el investigador puede decidir que es necesario contar con una cantidad relativamente pequeña de poblaciones para capturar la mayor cantidad de diversidad genética neutra. Una posible dificultad en este escenario es que si, por ejemplo, se abandonaran las poblaciones restantes haciendo caso omiso de las pocas poblaciones diversas, se perderían grandes cantidades de diversidad genética adaptativa, la cual no se encuentra distribuida de manera uniforme entre todas las poblaciones. Esto iría en contra del objetivo originalmente establecido para la evaluación de la diversidad genética.³³

Los marcadores moleculares también se están utilizando cada vez más en aplicaciones de secuencia subsiguientes. Por ejemplo, además de servir como herramienta para la conservación y utilización de los recursos genéticos, los marcadores se han utilizado satisfactoriamente para investigar el impacto genético de las prácticas tradicionales empleadas por los agricultores, que a menudo no están bien documentadas. Un estudio de caso donde se analizan los ñames en Benin demostró que las prácticas tradicionales utilizadas por los agricultores para la selección espontánea de ñames silvestres en áreas cercanas a las explotaciones y su posterior cultivo dieron como resultado la creación de nuevas variedades con combinaciones genéticas nuevas. Estas nuevas variantes surgieron como resultado directo de la reproducción sexual entre ñames silvestres y cultivados, dado que fue posible rastrear los alelos hasta llegar a los progenitores. Los marcadores utilizados en este estudio fueron las SSR. Por lo tanto, se dedujo que la combinación de un ciclo de reproducción sexual seguido de la multiplicación vegetativa tradicional (mediante la utilización de tubérculos) da lugar al cultivo a gran escala de los mejores genotipos y, a la vez, facilita la introgresión de diversidad potencial que podría resultar útil para la adaptación futura.³⁴

APÉNDICE 3

A3.5 Tecnologías y estrategias de conservación

Un aspecto de la utilización y conservación de los RFAA que ha permanecido en gran medida sin registrar avances significativos desde la publicación del Primer Informe son las condiciones ortodoxas del almacenamiento de semillas. Las recomendaciones actuales en cuanto a temperatura y humedad aún son las mismas que se elaboraron antes del Primer Informe. Sin embargo, desde entonces, los informes de los países que forman parte de este Segundo Informe sobre el estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la estrategia de conservación por cultivos desarrollada por el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT) señalan sus inquietudes en cuanto al atraso que se observa en los ensayos y la regeneración de muestras. Por ejemplo, se ha informado que los resultados de las pruebas de viabilidad revelan la necesidad de regeneración después de períodos de almacenamiento más breves que lo que estaba establecido. Es posible que, como ha demostrado un investigador, la humedad sea el más crítico de los dos factores de almacenamiento y que las semillas estén expuestas a niveles de humedad superiores a los óptimos en los materiales utilizados para su empaque, con la consecuente pérdida de viabilidad.³⁵ Dada la oportunidad de lograr posibles mejoras en la eficiencia del almacenamiento de semillas, probablemente sea el momento de aplicar las innovadoras herramientas de la biología para descifrar las interacciones aparentemente complejas que ocurren en los distintos tipos de contenedores para almacenar semillas, y en las matrices de los regímenes de temperatura y humedad.³⁶

En los últimos doce años, ha aumentado progresivamente la cantidad de informes que contienen evaluaciones de la utilidad de los marcadores moleculares como herramientas confiables para la gestión de la diversidad conservada en bancos de genes. Un ejemplo de este tipo de estudio fue la utilización de marcadores PLFA para evaluar la magnitud de la diversidad genética dentro de una muestra para una especie autofértil, la lechuga, en la institución *Centre for Genetic Resources (CGN)*, en los Países Bajos. Se analizaron dos plantas, cada una con un total de 1 390 muestras, (que comprendían seis tipos de cultivares) con el alineamiento de marcadores disponibles. En líneas generales, había una probabilidad media muy baja (cerca

del uno por ciento) de que difieran dos plantas de una muestra. Sin embargo, esta probabilidad era distinta entre los tipos de cultivares. Los tipos compuestos por muestras que eran principalmente cultivares modernos presentaban una probabilidad de diferenciación entre las dos plantas de alrededor del 0,5 por ciento, mientras que los dos tipos compuestos por muestras que eran principalmente razas nativas tenían una probabilidad que superaba el uno por ciento. Esta información podría ser útil para determinar si el nivel observado de diversidad en cada muestra debería mantenerse en las generaciones futuras de la muestra, y para definir el procedimiento correspondiente.³⁷

La utilidad de los marcadores moleculares como medios que contribuyen a la toma de decisiones en las estrategias de gestión de la diversidad conservada también se ha demostrado ampliamente con las colecciones de campo. Las técnicas de caracterización genética se han utilizado para determinar la identidad y redundancia en grandes colecciones de campo. Por ejemplo, en el Banco Internacional de Genes de Cacao, Trinidad (ICGT), en Trinidad y Tobago, se conservan más de 2 000 muestras de cultivos en una colección de campo, y cada muestra está representada por alrededor de 16 árboles individuales, con un promedio general de seis árboles por muestra. La caracterización genética mediante *SSR multilocus* se utilizó satisfactoriamente para resolver las ambigüedades ocasionadas por el marcado incorrecto de las plantas, un problema crítico en este tipo de operaciones extensivas.³⁸

Una nueva tendencia que se ha observado durante los últimos 12 años ha sido la conservación de bancos de ADN de RFAA. Se ha informado sobre la existencia de bibliotecas de ADN de muestras de germoplasma, poblaciones cartográficas, materiales de mejoramiento y otros que se pueden consultar a voluntad para realizar ensayos moleculares con ese material. Esta práctica seguramente será más generalizada a medida que los ensayos moleculares y las instalaciones requeridas resulten menos costosos. Esto, a su vez, permitirá que esta opción tecnológica sea más accesible para los profesionales en este campo. Un dato que demuestra esta tendencia es que se han establecido más depósitos formales de ADN vegetal bajo los auspicios de jardines botánicos (por ejemplo, *RGB Kew DNA Bank* o el banco de ADN de *Berlin Botanic Garden and Botanical Museum*) o de entidades independientes (por ejemplo, *Australian Plant DNA Bank* y *National Institute of Agrobiological Sciences [NIAS] DNA Bank*, Japón).

Además de las plataformas de manejo de datos habituales utilizadas para las muestras de germoplasma clásicas, se requiere una instalación de bioinformática asociada para que un banco de ADN pueda incorporar el manejo de datos moleculares, como la información sobre marcadores y secuencias de cada muestra. Los bancos de ADN también podrían funcionar como fuentes de información genética proveniente de taxones a riesgo, sin necesidad de una prospección de germoplasma adicional.³⁹

A3.6 Metodologías de fitomejoramiento

Es necesario destacar que la utilización de herramientas genómicas en las diferentes facetas de la ordenación de RFAA no ha reducido la importancia de la caracterización fenotípica de los materiales de mejoramiento, de las poblaciones cartográficas y naturales ni de las muestras de bancos de genes. Por el contrario, la determinación exhaustiva y precisa de fenotipos mantiene la importancia que ha tenido siempre y es fundamental para la utilidad de los datos moleculares, dado que estos tienen valor solo si están vinculados con exactitud a los fenotipos.

Las primeras iniciativas orientadas al desarrollo de grandes cantidades de marcadores moleculares, mapas genéticos de alta densidad y poblaciones cartográficas correctamente estructuradas han comenzado a mejorar la eficiencia del mejoramiento genético de varias especies de cultivo. Los resultados de cuantiosos estudios cartográficos brindan estimaciones mucho más precisas en cuanto a la cantidad de *loci*, los efectos alélicos y la acción genética que controlan las características de interés.⁴⁰ Se han producido varios avances de importancia en la incorporación de técnicas moleculares a las estrategias de mejoramiento desde la publicación del Primer Informe. Estos avances han dado lugar al paradigma del mejoramiento molecular, un término colectivo que comprende la selección asistida por marcadores y las tecnologías de ADN recombinante como estrategias para el mejoramiento de los cultivos.

SAM

Este término se refiere a la nueva estrategia de mejoramiento de los cultivos, en la que se utilizan marcadores moleculares (puntos de referencia genómicos) para con-

tribuir al proceso de toma de decisiones en el análisis de los materiales de mejora. Este cambio de paradigma se ha visto favorecido a gran medida por los métodos de alta capacidad de rendimiento para la identificación y utilización de marcadores moleculares a gran escala, incluida la infraestructura de tecnología de la información, y por los enfoques interdisciplinarios que hacen posible la determinación de fenotipos y las caracterizaciones de rasgos en distintos entornos. Las verificaciones firmes de la cosegregación de la característica de interés con uno de los tantos posibles tipos de marcadores de ADN preceden el uso de dicho marcador para seleccionar la característica en los materiales de mejora. La selección asistida por marcadores moleculares (SAM) se está convirtiendo en una herramienta valiosa para los diferentes cultivos, y se estima que su utilidad aumentará considerablemente a medida que los ensayos de biología molecular sean más rentables.⁴¹ El desarrollo de los marcadores se ha visto muy favorecido por las mejoras logradas en materia de localizaciones genómicas de los alelos genéticos que controlan las características. Los avances conseguidos en el ámbito de la confección de mapas de ligamiento genético molecular, en la elaboración de mapas físicos y, más recientemente, en la cartografía de asociación, contribuyen a incrementar constantemente el repertorio de marcadores moleculares útiles para el mejoramiento de los cultivos.

La cartografía de asociación, también conocida como análisis de asociación o cartografía de desequilibrio de ligamiento (LD) y el más nuevo de los métodos de cartografía, es un estudio de poblaciones utilizado para ligar polimorfismos de secuencias (por lo general, SNP) a las variaciones fenotípicas en función del desequilibrio de ligamiento (asociación no aleatoria entre alelos en *loci* ligados) sin necesidad de crear poblaciones de cartografía segregantes estructuradas. Al confeccionar un mapa de SNP cercanos, es posible determinar las ubicaciones genómicas de los genes asociados con una característica sin necesidad de clonar los genes. Los SNP causales identificados por medio de los mapas de asociación de alta densidad, por lo general, se confirman a posteriori mediante ensayos funcionales. Existen tres ventajas principales de la cartografía de asociación por sobre el análisis de ligamientos: mapas de mayor resolución, menos tiempo de investigación y mayor cantidad de alelos.⁴²

La implementación de estas estrategias se ha restringido, principalmente, a las instituciones de fitomejoramiento.

APÉNDICE 3

to, que además han desarrollado la capacidad de producir información secuencial para determinados cultivos. Los programas de conservación y utilización de recursos fitogenéticos a nivel nacional contribuyen cada vez más a ampliar los conocimientos y a mejorar la capacidad general de la biotecnología vegetal, tal como se documenta en los informes de países publicados como parte de este Segundo Informe.⁴³ Las iniciativas nacionales e internacionales enfocadas a la creación de capacidad e infraestructura han contribuido a esta nueva tendencia. Sin embargo, la implementación a fondo de las estrategias de mejoramiento avanzadas, la bioinformática y las capacidades de la genómica no se ha llevado a cabo en los países en desarrollo e incluso en varios países desarrollados solo es posible mediante la colaboración con otros proyectos de genómica a nivel nacional o internacional.

Podría decirse que el desafío de todo programa de fitomejoramiento es idear las estrategias apropiadas para los numerosos escenarios posibles que exigen la integración de técnicas de biología molecular en los RFAA.⁴⁴ Por ejemplo, si bien el retrocruzamiento asistido por marcadores puede requerir unos pocos marcadores a fin de determinar el genotipo de cientos de muestras (progenie retrocruzada) para un rasgo simplemente heredado en particular, al igual que el rastreo de elementos de introgresión o las construcciones de organismos modificados genéticamente (OMG), la caracterización o huella genética, por otra parte, requeriría cientos de miles de marcadores para ser efectiva. En general, para aquellos programas caracterizados por tener una amplia diversidad de marcadores, una capacidad de procesamiento elevada y muestras de gran tamaño, sería necesario contar con un centro de servicios de investigaciones sobre genómica. Este requisito, que implica una considerable inversión inicial, probablemente explique la preponderancia de las aplicaciones de SAM en las grandes empresas multinacionales de fitomejoramiento, sin tener en cuenta las entidades financiadas con fondos públicos.

Transformación genética

Los métodos basados en ADN recombinante, es decir, las moléculas que contienen secuencias de ADN procedentes de más de una fuente, se utilizan para crear variaciones genéticas nuevas. En el ámbito del mejoramiento de cultivos, esto ha implicado la incorporación de secuencias de ADN y ARN exógenas, mediante la utilización de la biólisis

o de vectores, en el genoma del organismo receptor que, como resultado, expresa caracteres nuevos y útiles desde el punto de vista agronómico. Las nuevas variantes se denominan organismos modificados genéticamente (OMG). Las plantas transgénicas se cultivaron por primera vez a escala comercial a mediados de la década de 1990, cerca de la fecha de publicación del Primer Informe. Desde entonces, los OMG cultivados comercialmente se encuentran en cuatro cultivos básicos: maíz, soja, canola y algodón. Para el año 2008, en conjunto, representaban más del 99,5 por ciento de la producción de cultivos transgénicos (James, 2008).⁴⁵ Curiosamente, solo dos eventos de transformación, es decir, la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos o una combinación de ambas, se expresaron en estos cultivos. Esto significa que más de 25 años después de la primera producción exitosa de plantas transgénicas, el alcance de la utilidad de la transformación genética como estrategia del mejoramiento de cultivos de rutina continúa siendo limitada, a pesar del potencial evidente de esta tecnología. Entre las desventajas se incluye la ausencia de sistemas eficientes de regeneración independientes del genotipo para la mayoría de los cultivos. Además, probablemente el factor más limitante de todos sean las restricciones de derecho de propiedad intelectual (DPI) asociadas. En aquellos casos donde los OMG han permanecido dentro del dominio exclusivo de las empresas de mejoramiento del sector privado en los países desarrollados, varios componentes de las iniciativas de investigación y desarrollo se han restringido (con patentes) en la fase previa a la producción de cultivos transgénicos. Las nuevas e interesantes tendencias, que en última instancia podrían precipitar la revisión del lugar de las protecciones DPI en el ámbito de los RFAA, muestran que actualmente se están cultivando OMG en los países en desarrollo, tal como el cultivo de soja transgénica en América del Sur y el cultivo de algodón transgénico en India y China (James, 2008; Glover 2007,⁴⁶ 2008⁴⁷).

A medida que más países en desarrollo adquieran la capacidad requerida para responder a las normas reglamentarias que rigen el cultivo de OMG, especialmente aquellas alineadas con las normas de bioseguridad, tal como se enuncian en el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, será necesario impulsar iniciativas conjuntas orientadas a la creación de capacidad para analizar las restricciones de DPI que efectivamente obstaculizaron la exploración de todo el potencial de la transgénesis en los RFAA. En adelante, se supone que las iniciativas de investi-

gación, por otra parte, se concentrarán en el perfeccionamiento de los sistemas de regeneración vegetal y, lo que es muy importante, en la ampliación del alcance de los caracteres agronómicos que se pueden mejorar mediante la transformación genética. Por el momento, reunir varios eventos de transformación y lograr que éstos expresen fenotipos en un organismo receptor sigue siendo poco práctico. La eliminación de las barreras tecnológicas será clave para aprovechar la transformación genética y abordar los caracteres poligénicos, en especial aquellos relacionados con el cambio climático y las variaciones, como las sequías y la salinidad. La eliminación de esta limitación también será importante para las pirámides genéticas.

A3.7 Bioinformática

Una consecuencia de la relativa facilidad de generar datos genéticos moleculares ha sido la necesidad de contar con sistemas de almacenamiento, análisis y recuperación de datos electrónicos con capacidad en constante aumento. Actualmente, los requisitos de almacenamiento de datos se calculan en *petabytes*, cerca de tres órdenes de magnitud más que lo que se solía utilizar en 1995. Una tendencia para la reducción de costos en las instalaciones de bioinformática es que los costosos ordenadores centrales utilizados para las tareas bioinformáticas en los centros de genómica se han reemplazado en gran medida por torres de servidores informáticos que comprenden ordenadores o servidores estándares disponibles comercialmente, utilizados en conjunto para proporcionar un nivel igual o incluso mayor de capacidad de procesamiento informático a un menor costo y con redundancia integrada en la unidad central de procesamiento (CPU). Estas unidades están acondicionadas para garantizar una mayor confiabilidad, incluso cuando una unidad falla. La posibilidad de acceso a estos sistemas de almacenamiento y análisis es cada vez mayor gracias a la incorporación de servidores de Internet dentro del sistema.

Es la combinación de la ingeniería de programas creativos, el programa de base de datos y los sistemas operativos de código abierto, el advenimiento de Internet, con posibilidades de acceso y uso desde cualquier sitio, y la inversión tanto pública como privada, lo que ha hecho posible la existencia de herramientas confiables para administrar laboratorios de genómica y, por lo tanto, la capacidad de almacenar, analizar, distribuir e interpretar los enormes

conjuntos de datos generados en los proyectos de secuenciación y en las actividades de biología molecular.

Constantemente se necesitan nuevos algoritmos y estadísticas para estudiar las relaciones entre los conjuntos de datos. Los mapas son los formatos utilizados con más frecuencia para presentar información genética. Además, el desarrollo de programas para la producción y visualización de mapas ha seguido siendo uno de los campos más activos de investigación y desarrollo en biología molecular. Los avances en materia de bioinformática continuarán siendo necesarios para facilitar el análisis de datos genómicos y la integración de la información genómica con datos provenientes de campos relacionados, como la transcriptómica, la proteómica, la metabolómica y la fenómica.

Los proyectos conjuntos sobre genomas han posibilitado la creación de bases de datos que almacenan información de manera centralizada, pero a las que se puede acceder desde cualquier parte del mundo. Una parte fundamental de estas iniciativas son las colecciones de recursos genómicos, cuyos inventarios y acceso son parte de la base de datos sobre genomas. La financiación de estos proyectos se atribuye en gran medida al sector público (a nivel nacional e internacional).

A3.8 Consideraciones normativas, organizativas y legales

El principal instrumento internacional con influencia en la conservación y utilización de recursos fitogenéticos desde 1995 es el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA), que se adoptó en 2001 y entró en vigencia en 2004.⁴⁸ Este acuerdo, ideado para mejorar lo dispuesto en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, obliga a las partes firmantes a elaborar legislación y reglamentaciones para cumplir los mandatos de facilitar la conservación, el intercambio y la utilización de los recursos genéticos cubiertos por el TIRFAA. Posteriormente, se desarrolló un mecanismo de financiación especializado para el TIRFAA y, en 2004, se creó el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT). Actualmente, el GCDT recauda fondos y financiación adicional para actualizar las instalaciones nacionales donde se conservan colecciones de germoplasma, crear capacidad y fortalecer los sistemas de información. Se le ha dado un enfoque especial al desarrollo conjunto

APÉNDICE 3

de estrategias regionales y mundiales de conservación de cultivos.⁴⁹ Uno de los avances más importantes en materia de intercambio de RFAA desde la publicación del Primer Informe ha sido el Acuerdo Normalizado de Transferencia de Material (ANTM), que pone a disposición de las partes contratantes un sistema multilateral para llevar a cabo el intercambio de germoplasma de cultivos.

Los órganos de financiación de investigaciones a nivel nacional e internacional, en reconocimiento de la necesidad de colaboración para llevar a cabo proyectos de genómica exitosos, han adaptado algunos de sus programas de financiación para costear específicamente iniciativas conjuntas. Entre los resultados, se pueden mencionar inversiones públicas en centros de secuenciación, bases de datos genómicos y herramientas para análisis y acceso público, generalmente por Internet. La capacidad de sostener o incrementar estas inversiones dependerá del estado de las economías mundiales y nacionales. Si bien se registró una baja en el producto bruto mundial durante 2009, la primera desde la Segunda Guerra Mundial, las perspectivas parecen estar mejorando con vistas a una recuperación en 2010.⁵⁰

Los avances técnicos logrados en materia de caracterización de la impronta genética pueden tener relevancia para la protección de la propiedad intelectual, a tal punto que es posible identificar cultivares sin ningún tipo de ambigüedad. La caracterización genética mediante SNP será precisa y se podrá aplicar en un proceso de alta capacidad de procesamiento; sin embargo, la aplicación generalizada aún se encuentra limitada a los cultivos con bases de datos de SNP. Hasta la fecha, es más habitual la utilización de plataformas de caracterización genética basadas en marcadores SSR o, incluso, marcadores PLFA y APAA.⁵¹

Las inquietudes en cuanto a la protección de los DPI de los inventores en iniciativas relacionadas con los RFAA inicialmente estaban restringidas a la salvaguarda de los derechos del obtentor (PBR). A nivel nacional, esta protección se brindaba por medio de diferentes tipos de leyes, que conferían DPI sobre nuevas variedades de cultivos al fitomejorador. Con el fin de armonizar estas leyes nacionales, en 1961 se firmó el Convenio de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y sus leyes revisadas de 1972, 1978 y 1991. Posteriormente, le siguió el Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), que se firmó en 1994. El ADPIC contemplaba ciertas disposiciones específicas para la pro-

tección de los DPI relacionados con las innovaciones en materia de producción agrícola (cultivos y animales). Las iniciativas para fomentar la elaboración de DPI tanto a nivel nacional como internacional siempre tuvieron el claro objetivo de facilitar el acceso a las invenciones de una manera justa y equitativa. Es evidente que los resultados netos de tales intervenciones bien intencionadas han sido más restricciones al acceso.

Las invenciones de biotecnología, incluidas aquellas relacionadas con los RFAA, han generado multitud de patentes que prácticamente ha paralizado las iniciativas de acceso a las innovaciones biotecnológicas. Desde la publicación del Primer Informe, el perfil de la biotecnología en el ámbito de los alimentos y la agricultura ha seguido creciendo, en especial con la cuasi omnipresencia de los cultivos de OMG tanto en la producción comercial como en las etapas de ensayo en varias partes del mundo. Las protecciones de patentes a los cultivos e incluso a los materiales utilizados para desarrollarlos, tales como las secuencias de genes quiméricos, han sido notablemente restrictivas. Por ejemplo, son estas cuestiones de DPI las que han impedido el uso generalizado del arroz modificado genéticamente con alto contenido de beta-caroteno, el arroz dorado, como bien público. Si se consideran los imperativos morales de salvaguardar la seguridad alimentaria, resulta sorprendente que no se hayan invertido más recursos en eliminar estos obstáculos.

Las opciones de acceso a las biotecnologías patentadas por parte de las organizaciones nacionales de investigación se ven severamente limitadas, dado que, por lo general, los costos son prohibitivos. Las alternativas, que normalmente requieren acceder a las tecnologías sin permiso, implicarían la utilización de lagunas legales en las jurisdicciones de variedades protegidas y patentes. Las entidades públicas de investigación a nivel internacional, en particular los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional, también han logrado resultados satisfactorios en la negociación de derechos de acceso gratuitos. Una iniciativa regional pionera en este tema, la Fundación Africana de Tecnología Agrícola, también ha conseguido negociar el acceso a las biotecnologías protegidas por DPI que afectan la capacidad de los programas nacionales de aprovechar todo el potencial de sus RFAA. En general, las iniciativas actuales para acceder a tecnologías sometidas a regímenes de DPI han sido graduales, costosas y claramente exigen

una colaboración internacional concertada. El punto de partida será la enseñanza y la creación de capacidad para tratar las complejas cuestiones inherentes a este tema.

A3.9 Perspectivas para el futuro

El futuro presentará varios desafíos en términos de rendimiento de los cultivos, que podrán resolverse eficazmente con una combinación del desarrollo de variedades de cultivo robustas y resistentes (modificando genomas de cultivos mediante el fitomejoramiento, preferentemente con enfoques moleculares eficientes) y con la introducción de conjuntos de factores de mitigación en las prácticas de manejo agronómico. Con el propósito de aumentar la confiabilidad de las predicciones en cuanto al rendimiento de los cultivos sobre la base de información genética molecular, será necesario que las nuevas herramientas que permiten una vinculación más precisa entre los perfiles moleculares (genotipos) y el rendimiento (fenotipo) estén a disposición del investigador.

Las deficiencias de conocimiento abundan, y deben resolverse. Por ejemplo, las sutilezas de la plasticidad fenotípica frente a un medio ambiente cambiante y los niveles de redundancia genética que caracterizan a los sistemas biológicos continúan siendo desconocidos. La aplicación concertada de las numerosas herramientas y procedimientos actualmente disponibles y en proceso de desarrollo envuelve una gran promesa para descifrar dichos procesos y, en consecuencia, para permitir una ordenación más eficiente de los RFAA ante los desalentadores desafíos que presenta el clima cada vez más variable, la población mundial en aumento y las demandas concurrentes de desviar productos alimenticios a usos no tradicionales en las industrias de combustibles, piensos y fibras.

El progreso acumulado logrado hasta la fecha en el campo de la genómica y sus iniciativas tecnológicas y científicas auxiliares es solo el comienzo para comprender la forma en que un genotipo confiere un conjunto específico de atributos a un organismo viviente. Actualmente, es posible realizar la disección de un fenotipo complejo y determinar en que parte del cromosoma se ubican físicamente los genes individuales o, más correctamente, los *loci* de caracteres cuantitativos (LRC). La información sobre los marcadores de ADN vinculada a los LRC representa una potente herramienta de diagnóstico que permite al mejorador seleccionar las introgresiones específicas de interés. A medida que

se clonen e identifiquen más genes de interés, o se confeccionen más mapas genéticos y se comprendan mejor sus contribuciones a los complejos sistemas biológicos, habrá muchas oportunidades de realizar “síntesis” creativas de variedades nuevas. Es posible que alguna de estas oportunidades implique el uso de enfoques de ingeniería genética, donde la nueva información sobre genes, la regulación génica y la respuesta de las plantas al medio ambiente puedan emplearse en formas innovadoras para perfeccionar las variedades vegetales existentes, a fin de que utilicen los recursos con más eficiencia, proporcionen un mayor valor nutritivo o simplemente tengan un mejor sabor.

Una necesidad constante será la aplicación de las capacidades y estrategias de mejoramiento de los cultivos con tecnología molecular a los cultivos poco estudiados o que no reciben financiación suficiente (los llamados cultivos huérfanos), pero que irónicamente continúan siendo los baluartes para la seguridad alimentaria para gran parte de la humanidad. Lograr la aplicación generalizada y rutinaria de las nuevas biotecnologías en los cultivos huérfanos, con el potencial que ello encierra en cuanto a la repercusión extendida y positiva en el bienestar de las personas, representa, por lo tanto, una oportunidad irresistible no solo para quienes se dedican a los bienes públicos sino para la humanidad en general. El inaceptablemente elevado nivel de inseguridad alimentaria actual no debe continuar ni debe empeorar; la ordenación prudente de los RFAA, junto con el aprovechamiento de las nuevas herramientas y avances, es la clave para revertir esta tendencia.

Los pasos inmediatos incluyen la inversión de recursos en estudios empíricos con el objetivo de alcanzar una comprensión de los procesos biológicos que sustentan los fenotipos de los cultivos propiamente dichos.⁵² Hasta la fecha, las especies secuenciadas o que están en proceso de secuenciación representan solo a 13 familias de plantas. Existe una necesidad imperiosa de hacer incursiones en las más de 600 familias de plantas para las que no se han iniciado tareas de secuenciación de genomas, dado que los beneficios de los datos sobre secuencias genómicas completas están demostrando ser incalculables. Precisamente, muchas de las especies de cultivos huérfanos, entre otras, deben ser candidatas para la secuenciación.

Ninguno de estos avances en innovaciones tecnológicas reduce la necesidad de las colecciones de recursos fitogenéticos. De hecho, con el propósito de hacer el mejor uso de las herramientas nuevas, puede que sea necesario implemen-

APÉNDICE 3

tar nuevas estrategias para capturar una diversidad genética incluso mayor y mantener dicha diversidad durante la conservación y regeneración de muestras. Los bancos de genes siguen siendo fundamentales y necesitan más respaldo.⁵³

Además, el progreso paralelo en el análisis genómico de patógenos y plagas de las plantas debería generar un conocimiento más profundo sobre los mecanismos de resistencia a enfermedades y plagas. Las variaciones y el cambio climático a nivel mundial presentarán algunos desafíos predecibles a los sistemas de producción agrícola (por ejemplo, temperaturas elevadas, sequías, inundaciones, vientos más fuertes y pestes y patógenos nuevos y más frecuentes). Para abordar estos desafíos, los investigadores deberían utilizar todas las estrategias y herramientas moleculares disponibles, no solo para mejorar la productividad sino también para reducir el impacto en el medio ambiente, aumentar la retención de carbono y sustituir los combustibles fósiles.⁵⁴

Bibliografía

- 1 **Metzker, M. L.** 2010. *Sequencing technologies—the next generation*. *Nature Reviews Genetics* 11:31-46. Si bien este estudio se centra principalmente en la genómica humana, las conclusiones sobre las capacidades de secuenciación son relevantes para la genómica de las plantas.
- 2 **Delseny, M.** 2004. *Re-evaluating the relevance of ancestral shared synteny as a tool for crop improvement*. *Current Opinions in Plant Biology* 7:126-131.
- 3 La caracterización del progreso en tecnología genómica como una serie de ondas, tal como se describe en este párrafo, deriva de esta reseña: **Borevitz, J. O. y Ecker, J. R.** 2004. *Plant genomics: The third wave*. *Annu. Rev. Genom. Hum. Genet.* 5:443-447. Si bien este estudio de los logros pasados y futuros en el ámbito de la genómica de las plantas se basa en el avance con *Arabidopsis thaliana*, hay disponible mucha más información de importancia para la genómica de las plantas en general.
- 4 **The Arabidopsis Genome Initiative.** 2000. *Analysis of the genome sequence of the flowering plant Arabidopsis thaliana*. *Nature*, 408:796-815.
- 5 **Yu, J. et al.** 2002. *A draft sequence of the rice genome (Oryza sativa ssp. indica)*. *Science*, 296:79-92.
- 6 **Goff, S. A. et al.** 2002. *A draft sequence of the rice genome (Oryza sativa ssp. japonica)*. *Science*, 296:92-100.
- 7 **Tuskan, G. A. et al.** 2006. *The genome of black cottonwood, Populus trichocarpa (Torr. & Gray)*. *Science*, 313:1596-1604.
- 8 <http://medicago.org/genome/>.
- 9 Ver <http://www.phytozome.net/sorghum>, <http://www.phytozome.net/grape.php> y <http://www.phytozome.net/papaya.php>.
- 10 <http://www.phytozome.net/soybean.php>.
- 11 <http://genome.jgi-psf.org/Araly1/Araly1.info.html>.
- 12 <http://brachypodium.pw.usda.gov/>.
- 13 <http://maizesequence.org/index.html>.
- 14 Dos buenos puntos de ingreso para acceder a bases de datos de secuencias y a buscadores de genomas de plantas son PlantGDB en <http://www.plantgdb.org/> y Phytozome en <http://www.phytozome.net/>.
- 15 Los taxones mencionados se tomaron del sitio del NCBI Entrez Genome Project en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genomes/leuks.cgi?taxgroup=11:|12:Land%20Plants&p3=12:Land%20Plants>.
- 16 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucgss.s>
- 17 http://www.ncbi.nlm.nih.gov/dbEST/dbEST_summary.html.
- 18 **Strausberg, R. L., Levy, S. y Rogers, Y. H.** 2008. *Emerging DNA sequencing technologies for human genomic medicine*. *Drug Discovery Today* 13:569-577. Si bien se presentan en el contexto de la genómica humana, las tres tecnologías de secuenciación más importantes descritas se utilizan actualmente para la

- investigación de plantas cultivadas, y el pronóstico de las tecnologías emergentes es igualmente relevante.
- ¹⁹ **Metzker, M. L.** 2010. *Sequencing technologies—The next generation*. *Nature Reviews Genetics* 11:31-46. Una reseña más reciente de las mismas tres tecnologías, junto con información detallada sobre una nueva plataforma que se espera para 2010.
- ²⁰ **Angaji, S. A.** 2009. *Single nucleotide polymorphism genotyping and its application on mapping and marker-assisted plant breeding*. *African Journal of Biotechnology*, 8:908-914.
- ²¹ **Jones, E. et al.** 2009. *Development of single nucleotide polymorphism (SNP) markers for use in commercial maize (Zea mays L.) germplasm*. *Molecular Breeding*, 24:165-176.
- ²² **Vezzulli, S. et al.** 2008. *An SNP transferability survey within the genus Vitis*. *BMC Plant Biology* 8:128-137. Se utilizó información genética sobre un cultivar de *Vitis vinifera* que disponía de información secuencial para informar a otros cultivares y formas silvestres estrechamente relacionados con esa especie, sin necesidad de repetir la secuenciación. Sin embargo, la utilidad fue limitada para otras especies de *Vitis*.
- ²³ **Spooner, D., van Treuren, R. y de Vicente, M. C.** 2005. *Molecular markers for genebank management*. Boletín técnico número 10 del IPGRI. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (ahora *Bioversity International*, Inc.). Roma.
- ²⁴ **Jaccoud, D. et al.** 2001. *Diversity arrays: A solid state technology for sequence information independent genotyping*. *Nucleic Acids Research* 29:e25-e31. Describe la técnica con un estudio de caso sobre su utilización con el arroz.
- ²⁵ **Risterucci, A.-M. et al.** 2009. *Development and assessment of Diversity Arrays Technology for high-throughput DNA analyses* en *Musa*. *Theor. and Applied Genet.*, 119:1093-1103.
- ²⁶ **González-Martínez, S. C., Krutovsky, K. V. y Neale, D. B.** 2006. *Forest tree population genomics and adaptive evolution*. *New Phytologist* 170:227-238. Proporciona una reseña de las diferencias entre tipos de marcadores.
- ²⁷ **FAO.** 2001. *Forest genomics for conserving adaptive genetic diversity*. Documento elaborado por Krutovskii y D. B. Neale. Documentos de trabajo sobre recursos genéticos forestales, documento de trabajo FGR/3 (julio de 2001). Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales. FAO, Roma (no publicado).
- ²⁸ **Holderegger, R., Kamm, U. y Gugerli, F.** 2006. *Adaptive versus neutral genetic diversity: Implications for landscape genetics*. *Landscape Ecology* 21:797-807.
- ²⁹ Por ejemplo, se proporciona un análisis exhaustivo de los diversos tipos de marcadores y sus cuantiosos usos en **De Vicente, M. C. et al.** 2006. *Genetic characterization and its use in decision-making for the conservation of crop germplasm*. Págs. 129-138 en J. Ruane and A. Sonnino (redactores). *The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- ³⁰ **Varshney, R. K. et al.** 2007. *Comparative assessment of EST-SSR, EST-SNP and AFLP markers for evaluation of genetic diversity and conservation of genetic resources using wild, cultivated and elite barleys*. *Plant Science*, 173:638-649.
- ³¹ Op. cit. Nota al pie 4.
- ³² **Deleu, W. et al.** 2009. *A set of EST-SNPs for map saturation and cultivar identification in melon*. *BMC Plant Biology*, 9:90-98.
- ³³ **Bonin, A. et al.** 2007. *Population adaptive index: A new method to help measure intraspecific genetic diversity and prioritize populations for conservation*. *Conservation Biology* 21:697-708. Combina un análisis de las diferencias existentes entre la diversidad

APÉNDICE 3

- neutra y adaptativa con la presentación de un "índice de adaptación de poblaciones", propuesto como un modo de permitir la utilización de varios marcadores moleculares distribuidos por todo el genoma (una medida posible solo gracias a los avances en biotecnología). Esto, a su vez, permitirá señalar con precisión las variaciones localizadas en el patrón de diversidad para detectar los loci supuestamente bajo selección natural y, por ende, de relevancia adaptativa.
- ³⁴ **Scarelli, N. et al.** 2006. *Farmers' use of wild relative and sexual reproduction in a vegetatively propagated crop. The case of yam in Benin. Molecular Ecology*, 15:2421-2431.
- ³⁵ **Gómez-Campo, C.** 2006. *Erosion of genetic resources within seed genebanks: The role of seed containers. Seed Science Research*, 16:291-294.
- ³⁶ **Pérez-García, F., González-Benito, M. E. y Gómez-Campo, C.** 2007. *High viability recorded in ultra-dry seeds of Brassicaceae after almost 40 years of storage. Seed Science and Technology* 35:143-153. Este trabajo presenta datos sobre el impacto de la humedad y la calidad de los materiales de almacenamiento en la longevidad de las semillas.
- ³⁷ **Jansen, J. et al.** 2006. *A note on the measurement of genetic diversity within genebank accessions of lettuce (Lactuca sativa L.) using AFLP markers. Theor. and Applied Genet.*, 112:554-561.
- ³⁸ **Motilal, L. A. et al.** 2009. *Increasing accuracy and throughput in large-scale microsatellite fingerprinting of cacao field germplasm collections. Tropical Plant Biology*, 2:23-37.
- ³⁹ **Rice, N. et al.** 2006. *DNA banks and their role in facilitating the application of genomics to plant germplasm. Plant Genetic Resources* 4:64-70. Australian Plant DNA Bank: <http://www.dnabank.com.au/>; NIAS DNA Bank: <http://www.dna.affrc.go.jp/>; RBG Kew DNA Bank: <http://data.kew.org/dnabank/homepage.html>; Banco de ADN en Berlín-Dahlem, Botanic Garden and Botanical Museum (BGBM): <http://www.bgbm.org/bgbm/research/dna/>.
- ⁴⁰ **Moose, S. P. y Mumm, R. H.** 2008. *Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement. Plant Physiology*, 147:969-977.
- ⁴¹ **Guimarães, E. P. et al.** (redactores). 2007. *Marker-assisted selection: Current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- ⁴² **Zhu, C. et al.** 2008. *Status and prospects of association mapping in plants. The Plant Genome*, 1:5-20.
- ⁴³ Por ejemplo, según los informes de países, los marcadores moleculares se encuentran en uso para el mejoramiento de los cultivos en Argentina, Azerbaiyán, Brasil, China, Croacia, Egipto, Indonesia y República Checa.
- ⁴⁴ **Bagge, M. y Lübberstedt, T.** 2008. *Functional markers in wheat: Technical and economic aspects. Molecular Breeding*, 22:319-328.
- ⁴⁵ **James, C.** 2008. *Global status of commercialized biotech/GM crops.* 2008. Resumen número 39 del Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA). Disponible en www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/default.html.
- ⁴⁶ **Glover, D.** 2007. *Monsanto and smallholder farmers: A case-study on corporate accountability.* Documento de trabajo 277 del IDS. Universidad de Sussex, Reino Unido, Instituto de Estudios sobre Desarrollo.
- ⁴⁷ **Glover, D.** 2008. *Made by Monsanto: The corporate shaping of GM crops as a technology for the poor.* Documento de trabajo 11 de STEPS. Brighton: STEPS Centre. Disponible en www.steps-centre.org/PDFs/GM_Crops_web_final_small.pdf.
- ⁴⁸ Ver Capítulo 7.
- ⁴⁹ Ver Capítulo 6 y Apéndice 4.
- ⁵⁰ **Naciones Unidas.** 2010. *Informe de Situación y Perspectivas de la Economía Mundial, 2010.*

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas. Nueva York, Estados Unidos de América.

⁵¹ **Romero, G., Adeva, C. y Battad II, Z.** 2009. *Genetic fingerprinting: Advancing the frontiers of crop biology research*. Philippine Science Letters 2:8-13. Este informe resume el estado de la implementación de la caracterización genética con diferentes marcadores, con ejemplos tomados de cultivos y situaciones en las Filipinas.

⁵² **Nelson, R. J., Naylor, R. L. y Jahn, M. M.** 2004. *The role of genomics research in improvement of "orphan" crops*. Crop Science, 44:1901-1904.

⁵³ Ver Capítulos 3 y 4. Para una promoción abierta de estrategias de recolección y conservación más amplias, ver **Walck, J. y Dixon, K.** 2009. *Time to future-proof plants in storage*. Nature, 462:721.

⁵⁴ El informe de país de Brasil, en su Capítulo 9, ofrece un análisis muy efectivo de estas cuestiones y un fundamento sobre la contribución de recursos genéticos al desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.



Apéndice 4

Estado de la diversidad
de los cultivos principales
y secundarios

A4.1 Introducción

En el Anexo 2 del Primer Informe sobre el *Estado mundial de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*, se estudió el estado de la diversidad de una serie de cultivos de mayor o menor importancia para la seguridad alimentaria en una o más subregiones mundiales. De manera similar, en este apéndice se estudian los cultivos principales (trigo, arroz, maíz, sorgo, yuca, patata, boniato, frijoles (*Phaseolus*), soja, cultivos azucareros y banano/plátano) y una serie de cultivos secundarios a nivel mundial, pero principales a nivel subregional o nacional (mijos, raíces y tubérculos no listados anteriormente, leguminosas de grano y otras especies de *Phaseolus*, uvas, nueces de árbol, hortalizas y melones). Si bien esta variedad de cultivos no es una lista acabada de alimentos importantes o básicos, ni de cultivos oleaginosos, incluye ejemplos de diferentes grupos de cultivos (cereales, legumbres para alimentación, raíces y tubérculos, cultivos arbóreos), especies con diferentes sistemas de mejoramiento (polinización cruzada, autopolinización, propagación por medio de donación) y cultivos de orígenes templados y tropicales. Además, incluye cultivos para los que se han realizado importantes inversiones en materia de conservación y mejoramiento, en particular, el trigo, el arroz y el maíz, además de cultivos con inversiones relativamente menores, como la yuca, el boniato y el plátano. Esta lista de cultivos principales y secundarios ofrece un buen muestreo de los cultivos listados en el Anexo 1 del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA)¹, si bien no todos los cultivos estudiados figuran en el Anexo 1 (p. ej., soja, cacahuate, caña de azúcar, uva y algunos tipos de mijo).

El propósito de este Apéndice no es simplemente repetir la información presentada en los Capítulos 1, 2 y 3 del informe principal, sino destacar una parte de esa información en un contexto más orientado a los cultivos. Aquí se suministra información general sobre los principales patrones de producción y las zonas donde se han cosechado cultivos principales y secundarios entre los años 1995 y 2008²; la composición de sus acervos genéticos; el estado de la diversidad *in situ* de las especies de cultivos (si existen formas silvestres), las variedades afines silvestres de las plantas cultivadas (CWR) y los programas de conservación *in situ* (más información disponible en el Capítulo 2); informes específicos de la erosión genética; resúmenes del estado de las principales colecciones *ex situ* (más información disponible en el Capítulo 3 y el Apéndice 2); el estado de la duplicación de seguridad de las coleccio-

nes *ex situ*, los déficits, las oportunidades y prioridades en el grado de cobertura de la diversidad del acervo genético en las colecciones *ex situ*; la magnitud de la documentación, caracterización y evaluación de las colecciones; las cuestiones relacionadas con la utilización de colecciones; el impacto del cambio climático en las prioridades y preocupaciones tanto para la conservación *in situ* como *ex situ*; y la función de los cultivos específicos en los sistemas de producción sostenibles, los sistemas de producción orgánicos y las oportunidades de los agricultores. En las siguientes secciones se destacan inquietudes específicas de cada uno de los cultivos³.

Estado de la diversidad

Desde 1995, se han incorporado más de un millón de muestras de germoplasma a las colecciones *ex situ* y al menos un cuarto de dichos ejemplares son el resultado de nuevas misiones de recolección (de campos, mercados y la naturaleza)⁴. El resto, probablemente, sea el resultado de un intercambio de ejemplares cada vez mayor entre colecciones. La cantidad de ejemplares no constituye una medición directa de la diversidad. Existen varios descriptores de germoplasma de los cuales se puede inferir el estado de diversidad de una colección (p. ej., datos de pasaporte, información fenotípica de varios caracteres, información genotípica procedente de numerosos marcadores y ensayos posibles, y biología taxonómica básica). La evaluación de la diversidad, por lo tanto, depende de la disponibilidad uniforme de dicha información para las colecciones que se pretenden analizar. Tal como se destaca en varias fuentes, la documentación disímil sobre el germoplasma de los cultivos es una importante deficiencia en la mayoría de las colecciones.

Pero se sabe aún menos sobre el estado de la diversidad representada en las muestras de los bancos de genes de especies silvestres relacionadas con los cultivos o bien sobre el estado de la diversidad en los taxones que crecen en cualquier tipo de reserva natural y otras áreas de conservación *in situ*. Tal como se señaló en el Capítulo 2, se han evaluado muy pocas (menos de 50) CWR para determinar el estado de la diversidad. Esto es irrisorio si se lo compara con los cientos de CWR que se conocen. Muchos informes de países han recalado su preocupación por la poca atención que se ha prestado a la conservación de CWR tanto *in situ* como *ex situ*. Además, en el Capítulo 2 se menciona un estudio encargado por la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) para identi-

APÉNDICE 4

ficar prioridades de conservación y ubicaciones específicas para la conservación *in situ* crítica de CWR de los principales cultivos alimentarios en casi todos los continentes⁵.

El impacto negativo en la diversidad biológica y las iniciativas de conservación y utilización de germoplasma causado por los conflictos armados y la guerra abierta se destacó en el Capítulo 2, pero además se enfatizó intensamente en otros informes de países⁶. La inestabilidad política, los cambios en los sistemas políticos, las disparidades económicas y el desarrollo desigual en los distintos contextos nacionales también han tenido repercusiones negativas en la diversidad biológica, y definen el antes y el después de los conflictos abiertos. Entre los impactos específicos, se puede mencionar la destrucción del hábitat, la infraestructura básica y las colecciones propiamente dichas⁷.

Si bien los estudios e informes han identificado lagunas y deficiencias, además de dar señales de alarma, se ha observado un avance en las evaluaciones de la diversidad desde la publicación del Primer Informe, motivado por varios factores, actores e iniciativas:

- Mayor nivel de cumplimiento por parte de los países, de conformidad con los mandatos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992 (conservación *in situ* y *ex situ*, y acceso y utilización sostenible de la biodiversidad), además de un incremento en las estrategias nacionales de biodiversidad y en los planes de acción correspondientes para ponerlas en práctica.
- Entrada en vigencia del TIRFAA y medidas tomadas por cada uno de los países para su implementación.
- La CRGAA de la FAO, el Primer Informe y el posterior Plan de Acción Mundial (PAM).
- La organización internacional de investigación del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF)/Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)/Bioversity International y sus iniciativas en investigación, documentación y capacitación dedicadas a la conservación de la agrobiodiversidad.
- Los esfuerzos de los centros internacionales del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAl) con sus diversos cultivos obligatorios.
- Iniciativas nacionales y regionales (p. ej., el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional [USAID], la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo [Asdi], las Comisiones Europeas) de capacitación y creación de capacidad para la conservación y utilización en países con cultivos prioritarios.

- El establecimiento del Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (GCDT) y sus iniciativas destinadas al fomento de las evaluaciones y estrategias de conservación, y a la financiación para concretar las prioridades allí establecidas.

Tal como se informa en el Capítulo 2, desde 1995 muchos países han llevado a cabo estudios e inventarios específicos, al menos al nivel de las especies, ya sea como parte de sus Planes de acción y estrategias nacionales para la diversidad biológica o en el marco de proyectos individuales. La mayoría se ha limitado a cultivos individuales, pequeños grupos de especies o áreas delimitadas dentro del territorio nacional. El Centro internacional de investigación agrícola en las zonas secas (ICARDA) ha brindado asistencia a países de África del norte, el Cercano Oriente y Asia central para llevar a cabo estudios cuyo propósito es evaluar la densidad, frecuencia y amenazas a las CWR. Las empresas de investigación académica han realizado estudios sobre las explotaciones activas en numerosos países para evaluar la magnitud de las variedades tradicionales que aún se cultivan, a pesar de la disponibilidad de variedades modernas y de alto rendimiento de numerosos cultivos, e informan que una gran cantidad de diversidad genética de cultivos existente en forma de variedades tradicionales sigue manteniéndose en las explotaciones (Capítulo 2 e informes de países de Bosnia y Herzegovina, Islandia, Níger, Polonia, Suiza y la ex República Yugoslava de Macedonia, donde se afirma que la diversidad de los cultivos aún es elevada y que se están llevando a cabo iniciativas especiales para mantenerla en ese nivel). Por ejemplo, en Níger no se observó erosión genética durante las misiones de recolección recientes, y muchos cultivares tradicionales aún prevalecían en los campos agrícolas. No se pudieron detectar pérdidas en las variedades de mijo y sorgo al comparar las misiones de recolección de 1973 y 2003. Sin embargo, las variedades mejoradas de mijo habían aumentado⁸.

Por otra parte, se emitieron informes y alertas reiterados sobre la diversidad decreciente de las razas nativas y variedades tradicionales en lo que respecta a la producción y conservación⁹. En la mayoría de los informes de países se destacaron disminuciones en el cultivo de variedades tradicionales y razas nativas debido a su reemplazo por las variedades modernas¹⁰. Junto con esta conclusión, sin embargo, también se afirmó que no se habían llevado a cabo estudios ni inventarios detallados que pudiesen documentar dichas disminuciones. La conclusión más sólida a la que se puede llegar al analizar estos informes de países es que el grado de diversidad que se mantiene en los sistemas de producción o

en estado silvestre aún no se conoce, o bien varía considerablemente según el cultivo, el ecosistema y el país.

Entre las estrategias que los países han informado para la prevención de la erosión genética ocasionada por las presiones de reemplazo de variedades, se pueden mencionar las siguientes:

- Recolección continua de germoplasma en estado silvestre o en las explotaciones y diversificación de la producción con cultivares tradicionales, con el propósito de que los agricultores estén en condiciones de producir para los mercados locales y para la utilización tradicional¹¹.
- Conservación adecuada de razas nativas y variedades tradicionales de pastos por parte del Banco Nórdico de Genes¹².
- Recolección, identificación y conservación *ex situ* de razas nativas de cultivos por parte de instituciones públicas y privadas¹³.
- Ausencia de intensificación de la agricultura en varias zonas, para que continuamente se registre una cantidad elevada de variedades y especies en cultivo¹⁴.
- Desde fines de la década de 1990 se han aplicado medidas para proteger el hábitat, promover el cultivo permanente de razas nativas mediante proyectos en los que participan los agricultores, volver a introducir razas nativas y cultivares anteriores para la producción orgánica, y llevar a cabo misiones de recolección continuas¹⁵.
- Misiones de recolección continuas y promoción de la conservación en la explotación de variedades de pasturas, hortalizas y árboles frutales que pertenecen al patrimonio del lugar¹⁶.

Muchos informes de países indicaron que los sistemas de semillas "informales" siguen siendo un elemento clave para mantener la diversidad de cultivos en las explotaciones agrícolas (Capítulo 4). Se señaló que en la República Unida de Tanzania, un sistema informal representa hasta un 90 por ciento de la transferencia de semillas¹⁷. Los informes de países de Alemania y Finlandia centraron la atención en el Reglamento (UE) N.º 1698/2005 del Consejo, que entró en vigencia en 2006 a nivel nacional y estadual. De conformidad con estas reglamentaciones, los pagos (primas por hectáreas) se pueden realizar para el cultivo de variedades amenazadas por la erosión genética y para llevar a cabo acciones específicas que apoyen la conservación y utilización sostenible de dichas variedades.

Tras la adopción del TIRFAA, en 2004 se creó el GCDT. Uno de sus objetivos es identificar y abordar las cuestiones más prioritarias en cuanto a la conservación de la diversidad,

que incluyen la conservación *ex situ* de los cultivos obligatorios dispuestos por el TIRFAA (aparecen listados en el Anexo 1 del Tratado)¹⁸. El Depósito Mundial de Semillas de Svalbard abrió en 2008 y ofrece la principal colección de seguridad global en diversidad de cultivos disponible en bancos de genes en todo el mundo, que sirve como seguro contra pérdidas catastróficas o incrementales. Desde su apertura, se ha realizado un esfuerzo conjunto para depositar muestras duplicadas procedentes de las colecciones mundiales del GICAI y de numerosas colecciones nacionales y regionales.

En 2006, el GCDT inició la elaboración de estrategias de conservación y utilización de cultivos, para lo cual reunió equipos de encargados, mejoradores y expertos en cultivos. Las prioridades que surgieron a partir de este proceso fueron los siguientes objetivos del Tratado, que ahora ofrece un proceso de concesión de subsidios para financiar aquellos trabajos orientados a abordar dichas prioridades. Entre los logros del Tratado en 2008 se pueden mencionar la firma de más de 50 acuerdos de concesión con organizaciones asociadas en todo el mundo para rescatar, regenerar, caracterizar y evaluar la diversidad existente, además de garantizar que esté disponible para que los fitomejoradores puedan acceder a ella con celeridad y facilidad, una vez que sea posible conservarla y comprenderla mejor¹⁹.

Estado de la conservación *in situ*

Las formas silvestres de varios cultivos (en especial los cereales y las legumbres) y la mayoría de las especies en sus acervos génicos primarios y secundarios son, por lo general, especies anuales. Por lo tanto, sus poblaciones son dinámicas y posiblemente transitorias de un año a otro, lo cual dificulta la definición de las áreas naturales sobre la base específica de la conservación de CWR. Las áreas naturales más protegidas del mundo se definen según las características geográficas y ecológicas, y en función de la presencia de algunos taxones de plantas perennes dominantes. Por ello, el éxito que se logre en las áreas protegidas para mantener los taxones de CWR anuales es, en el mejor de los casos, fortuito. Bioversity International y un grupo de asociados lideraron una iniciativa para apoyar la conservación de CWR con proyectos en cinco países (ver Cuadro 2.1 en el Capítulo 2)²⁰.

La conservación en la explotación de razas nativas y variedades antiguas y consideradas parte del legado del lugar se ha visto impulsada por los numerosos proyectos sobre cultivos o alimentos, liderados por ONG, grupos públicos de

APÉNDICE 4

promoción e instituciones académicas. Varios de los informes de estos países documentaron iniciativas de conservación participativa y en la explotación²¹. Un avance significativo desde la publicación del Primer Informe fue el incremento en la cantidad de estudios e inventarios nacionales respaldados por una gran variedad de organizaciones (ver Capítulo 2), que han permitido documentar el estado de las iniciativas de conservación y las prioridades para llevar a cabo otras acciones.

Déficits

Aún se observan déficits en la cobertura de los cultivares, las variedades tradicionales, las razas nativas y las CWR en las colecciones *ex situ* de numerosos cultivos principales²². Déficits similares, y en algunos casos incluso más profundos, se observan en las colecciones de cultivos secundarios. En la actualidad, existe una mejor comprensión de la magnitud y la naturaleza de los déficits en las colecciones *ex situ*, a diferencia de lo que se sabía en el momento de la publicación del Primer Informe. Algunos de estos déficits surgieron como consecuencia de la pérdida del material que alguna vez se recolectó. Otros se deben a la falta de recolección. Los taxones perennes presentan problemas especiales de regeneración, y ocasionan la pérdida y necesidad de recolección. El mantenimiento *in situ* es, por lo general, la mejor opción para la conservación de taxones perennes desde el punto de vista de la diversidad genética.

La identificación de déficits y las recomendaciones para abordarlos son un componente clave de las estrategias de cultivo del GCDT. Los centros del GICAI se encargan de resolver estas cuestiones para los cultivos obligatorios. Los programas nacionales de conservación de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) también han documentado en sus informes de países la necesidad de abordar estos déficits. Casi de manera invariable, los informes de países citan la necesidad de un mayor control y del establecimiento de sistemas de alerta rápida como medios para identificar los déficits de cobertura y estado de la conservación.

Documentación, caracterización y evaluación

El tipo y la complejidad de los sistemas de información varían considerablemente entre una colección y otra. El Sistema de información geográfica (SIG) y los datos moleculares se utilizan en las colecciones más sofisticadas. Se requiere estandarización y capacitación²³. En el Capítulo 3 se incluye un análisis más exhaustivo de las tendencias

en materia de documentación y caracterización de RFAA, y de las prioridades estimadas para el futuro cercano.

Utilización

La utilización de muestras de germoplasma se ve restringida por la falta de datos de ejemplares, en especial, información sobre evaluaciones, la inexistencia de material útil y las preocupaciones en torno a los derechos de propiedad intelectual (DPI). Las prioridades para aumentar la utilización incluyen un uso más amplio de las diversas poblaciones cartográficas, una utilización optimizada de material genético y mutante y de afines silvestres, y la implementación de tecnologías de vanguardia, como la secuenciación de ADN y los sistemas de detección de marcadores con alta capacidad de procesamiento, que cada día son más rentables²⁴.

Los enfoques de mejoramiento participativo han surgido como medio para fomentar la producción de cultivares más orientados a las necesidades de los agricultores, tal como se señaló en varios informes de países y se resumió en el Capítulo 4. En ese mismo capítulo, se proporciona un análisis más específico sobre las tendencias en la utilización de RFAA y las prioridades para el futuro cercano. Entre los ejemplos de necesidades prioritarias se pueden mencionar la creación de capacidad tanto en las áreas de mejoramiento de cultivos como en las áreas de conservación de germoplasma, y la mayor cooperación entre quienes participan en la conservación y utilización sostenible de RFAA en todas las etapas de las cadenas de abastecimiento de semillas y alimentos.

Cambio climático

Varios informes de países documentan la pérdida de diversidad en colecciones y explotaciones durante la última década debido al impacto de las plagas y los brotes de enfermedades, o bien por la falta de tolerancia a los factores adversos abióticos, como el calor, la sequía o las heladas, lo cual ocasiona la pérdida de muestras durante la regeneración y en las colecciones de campo, además de la pérdida de cultivares y razas nativas durante la producción de cultivos. Se espera que estos tipos de pérdida de diversidad aumenten a raíz de las manifestaciones cada vez más evidentes del cambio climático mundial. Varios informes de países hacen referencia a la amenaza que el cambio climático presenta para los recursos genéticos. Todos los escenarios previstos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

(IPCC)²⁵ tendrán graves consecuencias en la adaptación y la distribución geográfica de los cultivos, las variedades específicas y las CWR. En China, por ejemplo, las proyecciones indican escasez en el abastecimiento de agua para la agricultura en las próximas décadas²⁶. Los sistemas de áreas protegidas y reservas se verán afectados de tal manera, que será necesario realizar cambios en lo relativo a escala, tamaño y planes de ordenación²⁷. Las cuestiones de regeneración y posterior crecimiento de las colecciones *ex situ* serán aún más difíciles de resolver, dado que la demanda de muestras aumentará si los mejoradores logran encontrar nuevas fuentes de resistencia a enfermedades y plagas y de tolerancia a los factores adversos para incorporarlas en los cultivares y facilitar, de este modo, la adaptación de los cultivos al impacto ocasionado por la diversidad climática cada vez más acentuada. Sin embargo, tal como documentan los informes de países y lo resume el Capítulo 4, en líneas generales, la capacidad de fitomejoramiento no ha cambiado de manera significativa desde la publicación del Primer Informe. Es por ello que hay una necesidad urgente de aumentar esta capacidad en todo el mundo para afrontar la crisis del cambio climático.

A4.2 Estado de la diversidad de los cultivos principales

A4.2.1 Estado de los recursos genéticos del trigo

El rendimiento del trigo ha aumentado de 2,6 t/ha en 1996 a 3,1 t/ha en 2008 (Figura A4.1). El trigo siguió siendo la especie más cultivada, con una cosecha de 224 millones de hectáreas en 2008²⁸, menos que los 227 millones de hectáreas en 1996. La producción mundial total en 2008 fue de 690 millones de toneladas, más que los 585 millones de toneladas²⁹ informados en 1996. Los cinco mayores productores en 2008 siguieron siendo China (16 por ciento de la producción mundial), la India (11 por ciento), los Estados Unidos de América (10 por ciento), la Federación de Rusia (9 por ciento) y Francia (6 por ciento).

La producción mundial de trigo se basa casi íntegramente en dos especies: trigo candeal o blando (*Triticum aestivum*, casi el 95 por ciento de la producción) y trigo duro o semolero (*T. turgidum* subesp. *durum*, cerca del 5 por ciento de la producción)³⁰. El primero es una especie hexa-

ploide ($2n = 2x = 42$) y el último es una especie tetraploide ($2n = 2x = 28$). Aún se puede encontrar una producción extremadamente local y de menor escala con trigos diploides y subespecies tetraploides, además del trigo duro.

El acervo génico del trigo consiste en líneas de mejoramiento y cultivares modernos y obsoletos, razas nativas, especies relacionadas (tanto silvestres como cultivadas) de la tribu *Triticeae*, y material genético y citogenético. Los detalles de la composición del acervo génico se describen en el plan estratégico del GCDT³¹. El acervo principal consta de especies biológicas, que incluyen formas cultivadas, formas silvestres y malas hierbas de especies de cultivos con un proceso de hibridación sencillo. En el acervo génico secundario se encuentran las especies que admiten la transferencia genética, pero con mayor dificultad. Por lo general, son especies de *Triticum* y *Aegilops*. El acervo génico terciario está compuesto por otras especies de la tribu (principalmente especies anuales) que admiten la transferencia genética, pero con gran dificultad. La "facilidad" de la transferencia genética es un concepto que depende de la tecnología y que se encuentra sujeto a cambios, al igual que las delimitaciones taxonómicas de la tribu. Los afines silvestres del trigo han demostrado ser fuentes verdaderamente útiles de resistencia a los factores adversos abióticos y bióticos en el mejoramiento del trigo durante las últimas dos décadas, y se estima que esta tendencia se acelerará en el futuro. De manera similar, el material genético se está utilizando cada vez más como herramienta en la compleja aplicación de biotecnologías modernas para el mejoramiento del trigo³².

Estado de la conservación in situ

Uno de los pocos ejemplos mundiales de un área protegida creada específicamente para la conservación de CWR de cereales anuales es la Reserva estatal "Erebuni" en Armenia, una región de 89 hectáreas en el área de transición ubicada entre las zonas semidesértica y la estepa montañosa. Tres de las cuatro especies de trigo silvestre conocidas se cultivan aquí (escanda menor silvestre, *T. boeoticum*, escanda de dos carreras silvestre Ararat, *T. araraticum*, y trigo Urartu salvaje, *T. urartu*) junto con varias especies de *Aegilops*, además de una serie de CWR de otras especies de cereales (cebada y centeno)³³. La sucesión con otras especies autóctonas e invasivas (tanto plantas como animales) constituyen una amenaza a la integridad de las especies de CWR en esta reserva y en cualquier otra en donde se puedan encontrar variedades

APÉNDICE 4

silvestres afines a los cereales. En general, es probable que cualquier área protegida en países con clima mediterráneo incluya algunos taxones de variedades silvestres afines al trigo. La cuestión clave aquí es determinar si la integridad genética de dichas poblaciones se está manteniendo en estas reservas.

Estado de la conservación *ex situ*

En conjunto, más de 235 000 muestras se mantienen en más de 200 colecciones *ex situ*³⁴. Por lo general, las razas nativas y los cultivares modernos y obsoletos mejorados se conservan bien en las colecciones de germoplasma de trigo, mientras que los afines silvestres de las especies de trigo no están bien representados³⁵. Debido a las necesidades y condiciones específicas requeridas para desarrollar y mantener material genético y citogenético de manera fiable, este material no se encuentra bien representado en las colecciones de germoplasma (probablemente en menos de 90 colecciones) y es más probable encontrarlo en instituciones de investigación. No se observan avances en materia de regeneración en las colecciones de varios países y eso es, probablemente, la peor amenaza a la seguridad de las muestras de trigo conservadas en importantes bancos de genes a nivel mundial. La falta de financiación es la principal limitación³⁶.

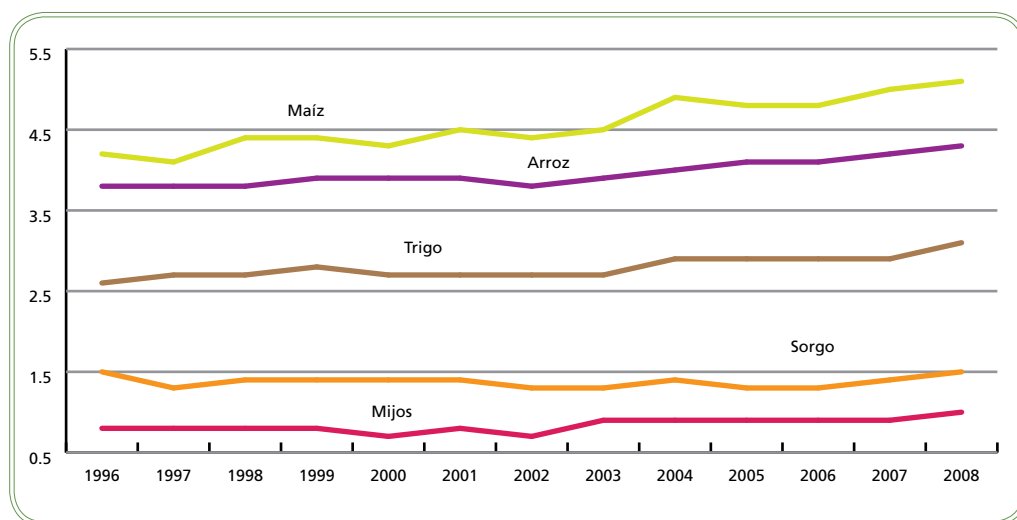
Erosión y vulnerabilidad genéticas

Los casos de ausencia de erosión genética o falta de vulnerabilidad son poco comunes. En el Capítulo 1 se destaca el aumento en la diversidad genética y en la riqueza alélica de las variedades distribuidas por medio del programa de mejoramiento del trigo blando tremés del Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT). Muchas CWR tienen una tendencia a la transformación en mala hierba y prosperan en áreas perturbadas o zonas de cultivo, por lo cual, a menudo, se encuentran extendidas. No obstante, en general se sabe muy poco sobre la diversidad genética en sí misma en estas poblaciones adventicias.

No se observan avances en materia de regeneración en las colecciones de recursos genéticos de trigo en varios países (cerca del 10 por ciento de la colección, a nivel mundial) y eso es, probablemente, la peor amenaza a la seguridad de las muestras de trigo conservadas en importantes bancos de genes a nivel mundial. La falta de financiación es la principal limitación³⁷.

Estos son algunos ejemplos de las inquietudes que se mencionan en los informes de países: se observa una desaparición progresiva de las razas nativas de trigo³⁸; todos los cultivares de trigo primitivos se han perdido³⁹; y las variedades

FIGURA A4.1
Rendimientos globales de determinados cultivos cerealeros (toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT 1996-2008.

antiguas de trigo se han reemplazado por cultivares modernos en las principales áreas de producción⁴⁰.

Déficits y prioridades

Tal como se resume en el Capítulo 3, según la opinión de los responsables de las colecciones, los principales déficits en las colecciones corresponden a razas nativas y cultivares. Los usuarios principales de los recursos genéticos del trigo, sin embargo, indicaron la necesidad de más poblaciones cartográficas, mutantes, materiales genéticos y una gama más amplia de afines silvestres. La divergencia de percepciones entre los encargados de los bancos de genes y los usuarios de germoplasma acerca de la función principal de las colecciones complica la evaluación del estado de la diversidad⁴¹. Las CWR están relativamente mal representadas en las colecciones, y es necesaria una mayor recolección^{42,43}. El nivel de diversidad genética y la amplitud de procedencias de las especies silvestres afines conservadas en las colecciones existentes es bajo.

Uno de los escenarios del cambio climático es una temperatura regional más elevada. Esto podría ser beneficioso para el cultivo de trigo en algunas regiones, pero podría reducir la productividad en regiones donde las temperaturas son óptimas. Se necesitarán nuevos cultivares de trigo para adaptar el cultivo a los entornos cambiantes, sin dejar de satisfacer las necesidades nutricionales de las personas. La identificación e implementación de germoplasma tolerante al calor es un asunto de gran prioridad⁴⁴.

Duplicación de seguridad

No se observa duplicación de seguridad en las colecciones de trigo de la mayoría de los países. Menos del 10 por ciento de las colecciones de trigo de importancia mundial están duplicadas en otro sitio por cuestiones de seguridad, mientras que la mayoría solo cuenta con una duplicación parcial o directamente no se somete a ningún tipo de duplicación⁴⁵.

Utilización

Existen grandes diferencias de productividad entre países, incluso cuando se utilizan prácticas agronómicas similares. Por lo tanto, existe la oportunidad de aumentar la productividad en varios países, y las colecciones de recursos genéticos serán importantes para tal fin. Las colecciones de materiales genéticos y moleculares registran un crecimiento cada vez

mayor en cuanto a tamaño y complejidad, que acompaña los avances logrados en las herramientas biotecnológicas para el análisis de los genomas. Estas herramientas comenzarán a emplearse con mayor frecuencia (por ejemplo, con la selección asistida por marcadores moleculares [SAM]) para posibilitar una utilización efectiva de la variación genética disponible en las colecciones de germoplasma tradicionales⁴⁶.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

El trigo se produce para una amplia variedad de usuarios finales y constituye un alimento básico fundamental para una gran parte de los agricultores y consumidores pobres del mundo. Proporciona el 16 por ciento del total de las calorías de una dieta para seres humanos en los países en desarrollo, y es el producto básico alimentario que más se importa en esos países. Además, es un componente importante de la ayuda alimentaria procedente de los países desarrollados. La baja registrada en los precios de los alimentos a base de trigo en los países en desarrollo, debido a un aumento en la producción mundial, ha contribuido a reducir la proporción de personas pobres en esos países⁴⁷.

A4.2.2 Estado de los recursos genéticos del arroz

Durante el período 1996-2008, el rendimiento del arroz (*Oryza sativa*) aumentó en aproximadamente un 14 por ciento en todo el mundo (Fig. A4.1). En 2008, la producción de arroz fue de 685 millones de toneladas cosechadas, en un área de 159 millones de hectáreas⁴⁸. El mayor productor de arroz fue China (28 por ciento de la producción mundial), seguida de India (22 por ciento), Indonesia (9 por ciento), Bangladesh (7 por ciento) y Viet Nam (6 por ciento).

El acervo genético primario se ha utilizado como fuente de genes útiles para el mejoramiento y la investigación. Está compuesto por otras especies domesticadas (*O. glaberrima* y *O. rufipogon*) y varias especies silvestres, todas con un genoma en común (A), que pueden hibridar naturalmente con *O. sativa*⁴⁹. Los acervos genéticos secundario y terciario, compuestos por especies *Oryza* con constituciones genómicas distintas de A, tienen potencial como fuentes de genes, pero la introducción de los genes en el arroz está resultando difícil⁵⁰. Sin embargo, es posible utilizar de manera efectiva otras técnicas de cultivo y rescate de embriones para superar la esterilidad

APÉNDICE 4

del híbrido. En el Centro internacional de agricultura tropical (CIAT), se han generado líneas de mejoramiento avanzadas a partir de cruzamientos entre *O. sativa* y *O. latifolia* (genomas CCDD) y se han distribuido a los sistemas nacionales de investigaciones agronómicas (SNIA) de América Latina⁵¹.

Estado de la conservación in situ

Se han identificado posibles ubicaciones de reservas genéticas en Asia y el Pacífico para las especies *O. longiglumis*, *O. minuta*, *O. rhizomatis* y *O. schlechteri*, que se consideran CWR prioritarias para la conservación *in situ*. En Viet Nam, se han informado iniciativas para la conservación de razas nativas y CWR fuera de las áreas protegidas, con el fin de preservar la agrobiodiversidad de relevancia mundial del arroz⁵².

Estado de la conservación ex situ

En líneas generales, se mantienen alrededor de 775 000 muestras en más de 175 colecciones *ex situ*; sin embargo, aproximadamente un 44 por ciento de ese total se conserva en cinco bancos de genes ubicados en Asia⁵³. Por lo general, las razas nativas, los cultivares modernos y obsoletos mejorados, y el material genético y citogenético están bien representados en las colecciones de germoplasma del arroz. En general, las CWR están mal representadas en las colecciones *ex situ*, con excepción de aquellas que se conservan en el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI) y en el Instituto nacional de biotecnología agrícola en la República de Corea.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Entre las inquietudes señaladas en los informes de países, se pueden mencionar las siguientes: la evaluación de que las variedades de arroz se han hecho más uniformes y, por lo tanto, más vulnerables desde el punto de vista genético⁵⁴; el hecho de que han desaparecido razas nativas y variedades de arroz específicas⁵⁵; y el proceso actual de extinción de las especies silvestres que forman parte del acervo genético primario⁵⁶. Las causas más evidentes son las condiciones climáticas cada vez más desfavorables, como las sequías, el reemplazo por las variedades de maduración temprana y alto rendimiento introducidas, y la pérdida del hábitat. En algunos países, las políticas gubernamentales no facilitan la

recolección de germoplasma y, por consiguiente, tampoco la caracterización y utilización de afines silvestres del arroz.

Déficits y prioridades

Es necesaria una mayor recolección para lograr una mejor representación de las especies silvestres en los bancos de genes de todos los niveles de acervos genéticos, además de la regeneración de muestras de especies silvestres existentes y la creación de redes para compartir la responsabilidad de la conservación de especies silvestres entre los numerosos bancos de genes y centros de investigación donde estas se conservan⁵⁷.

Duplicación de seguridad

La multiplicación de semillas y la duplicación de seguridad son inadecuadas en la mayoría de las colecciones de arroz⁵⁸.

Utilización

La existencia de instalaciones y protocolos de conservación mejorados y una caracterización de germoplasma más sistemática permitirían mejorar la utilización de las muestras (p. ej., las muestras de arroz glutinoso) que no se conservan bien bajo los regímenes de humedad y temperatura propios de las condiciones del almacenamiento tradicional⁵⁹.

A4.2.3 Estado de los recursos genéticos del maíz

Durante el período 1996-2008, el rendimiento del maíz (*Zea mays*) aumentó un 21 por ciento (Figura A4.1). En 2008, el maíz se cultivó en más de 161 millones de hectáreas, con una producción mundial de 823 millones de toneladas, y ha venido superando la producción de arroz y trigo desde 1995⁶⁰. Los cinco mayores productores de maíz en 2008 fueron Estados Unidos de América (37 por ciento de la producción mundial), China (20 por ciento), Brasil (7 por ciento), México (3 por ciento) y Argentina (3 por ciento)⁶¹.

El acervo genético primario incluye la especie de maíz (*Zea mays*) y el teosinte, con el cual el maíz hibridiza rápidamente y produce progenie fértil. El acervo genético secundario incluye especies *Tripsacum* (aproximadamente 16 especies), algunas de las cuales están en riesgo. La variabilidad entre las razas nativas de maíz (se han identificado cerca de 300) excede la de cualquier otro cultivo⁶². Existe una enorme variación en la

altura de la planta, los días para madurar, las panículas por planta, los granos por año, el rendimiento por hectárea, y los rangos de latitud y elevación para el cultivo⁶³. El teosinte está representado por las especies diploides anuales y perennes ($2n = 2x = 20$) y por una especie tetraploide ($2n = 4x = 40$). Se encuentran en las zonas tropicales y subtropicales de Honduras, Guatemala, México y Nicaragua como poblaciones aisladas de tamaños variables, y ocupan desde menos de una hectárea hasta cientos de kilómetros cuadrados. La distribución del teosinte se extiende desde la parte meridional de la región de cultivo conocida como América árida, en la Sierra Madre Occidental de Chihuahua y el Valle de Guadiana en Durango (México) hasta el oeste de Nicaragua, que incluye prácticamente toda la parte occidental de Mesoamérica⁶⁴.

Estado de la conservación *in situ*

Es sumamente importante actuar de inmediato para llevar a cabo un muestreo ecogeográfico del maíz del Nuevo Mundo, dado que los cambios económicos y demográficos están erosionando la diversidad genética del maíz en varias zonas que otrora se habían mantenido intactas, sin intervención alguna por parte de las prácticas agrícolas, hortícolas, forestales e industriales⁶⁵.

Estado de la conservación *ex situ*

Si bien existen relativamente pocas áreas donde no se ha realizado una recolección integral, el maíz procedente de algunas partes de la cuenca amazónica y partes de América Central, y el maíz ceroso de Asia meridional nunca se han recolectado de manera adecuada. Las líneas endogámicas tropicales públicas o privadas no están bien representadas en las colecciones, y tampoco los híbridos importantes (o sus aumentos masivos)⁶⁶. Las especies de *Zea* salvaje y *Tripsacum* son potencialmente fuentes importantes de variación genética del maíz, pero no están bien representadas en las colecciones, y las muestras existentes son pequeñas en cantidad. El Maize Genetic Cooperation Stock Center de la Universidad de Illinois es el banco de genes primario donde se conservan variedades mutantes, material genético y material cromosómico de maíz⁶⁷. La representación del teosinte es irregular e incompleta en la mayoría de los bancos de genes⁶⁸. Las principales colecciones de teosinte pertenecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), a la Universidad de Guadalajara y al

CIMMYT en México, y al Servicio de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS), en Estados Unidos de América⁶⁹.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Al igual que con el trigo, un caso poco frecuente de variabilidad genética mejorada es el aumento en la diversidad genética y en la riqueza alélica de las variedades distribuidas por medio del programa de mejoramiento del maíz del CIMMYT (Capítulo 1). Algo más típico son los informes presentados por cada uno de los países, donde se informa la pérdida de razas nativas y variedades más antiguas⁷⁰. La causa predominante es el reemplazo de las variedades tradicionales por cultivares modernos. Todas las poblaciones de teosinte se encuentran en riesgo⁷¹.

Déficits y prioridades

Es necesario establecer reservas nacionales e internacionales a fin de proteger los fragmentos restantes de las razas de teosinte de Balsas, Guatemala, Huehuetenango y Nicaragua. El actual huerto *ex situ* de *Tripsacum* perteneciente al CIMMYT y ubicado en Tlaltizapán, Morelos, debe seguir en funcionamiento, con un huerto duplicado establecido en Veracruz (o en alguna zona tropical de tierras bajas equivalente). Otro huerto de *Tripsacum* podría establecerse cerca de la sede central del Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en África. Se debería llevar a cabo un control *in situ* de las poblaciones de *Tripsacum* en México y Guatemala, el centro de diversidad del género, y en otros países de América Central y América del Sur donde se encuentran especies endémicas y extendidas. Los huertos *ex situ* de *Tripsacum* del CIMMYT y el USDA en Florida deberían enriquecerse con la diversidad presente en estado silvestre, y debería existir una mayor colaboración entre estos dos sitios únicos⁷².

Tal como se resume en el Capítulo 3, los principales déficits identificados en las colecciones actuales de maíz *ex situ* incluyen híbridos y líneas endogámicas tropicales, además de los déficits resultantes de la pérdida de ejemplares de las colecciones; por ejemplo, la colección completa de Dominica se perdió, al igual que gran parte del material recolectado por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), durante la década de 1970. En la estrategia del GCDT sobre el maíz se enfatizó específicamente que los bancos de genes carecen de híbridos y líneas endogámicas privadas (no aque-

APÉNDICE 4

llas que hoy en día cuentan con protección de variedades de plantas [PVP] o cuya PVP haya caducado recientemente)⁷³.

Existe la necesidad de identificar subconjuntos de referencia de las razas de maíz, pero eso depende de la experiencia no solo en procedimientos estadísticos sino, de manera más crítica, de los conocimientos en materia de clasificación de razas y ejemplares, y de la disponibilidad del tipo de datos necesarios para elaborar decisiones razonables en cuanto a las clasificaciones⁷⁴.

Si bien la cobertura del maíz del Nuevo Mundo es satisfactoria en los bancos de genes⁷⁵, cerca del 10 por ciento de dichos ejemplares requieren regeneración⁷⁶. En algunos casos, la recolección de muestras adecuadas tiene mucho más sentido que la regeneración, en particular para las razas nativas de gran elevación que se cultivan en áreas no afectadas por los programas de mejoramiento (gran parte de Oaxaca y Chiapas en México, numerosas tierras altas de América Central, gran parte de la región andina de Argentina, Bolivia [Estado Plurinacional de], Chile, Colombia, Ecuador y Perú). La recopilación de conocimientos indígenas debe ser una prioridad en todos los casos de recolección⁷⁷.

Es necesaria la recolección adicional de especies silvestres, junto con iniciativas de conservación *in situ*. Al igual que con algunas razas nativas, la recolección de especies silvestres es, a menudo, más eficiente que la regeneración⁷⁸.

Duplicación de seguridad

Existe una red de duplicados de seguridad para la mayoría de las muestras de los principales bancos de genes del Nuevo Mundo. Sin embargo, solo algunas de las muestras almacenadas en las colecciones nacionales del Viejo Mundo están respaldadas en los centros internacionales; muchas de ellas, básicamente, no se encuentran disponibles para aquellos usuarios que no pertenezcan a la nación en cuestión (a veces, ni siquiera están disponibles para los usuarios nacionales); y la garantía de una regeneración periódica es, a menudo, incierta⁷⁹.

El Centro Nacional para la Preservación de Recursos Genéticos (NCGRP) del USDA, ubicado en Fort Collins, Colorado (Estados Unidos de América) cuenta con un respaldo de seguridad de aproximadamente el 85 por ciento de las colecciones de material genético⁸⁰.

Como la diversidad genética del teosinte y el *Tripsacum* es relevante para la investigación del maíz y las iniciativas de mejoramiento orientadas a aumentar la productivi-

dad, la calidad nutricional, la producción de bioenergía y otros usos de este cultivo, el respaldo de seguridad *ex situ* de este material es una cuestión crítica⁸¹.

Documentación, caracterización y evaluación

La documentación de los materiales que se conservan en las colecciones nacionales no es coherente y, en ocasiones, es deficiente. Además, se almacena en múltiples bases de datos a las que no es sencillo acceder o cuyo mantenimiento no es necesariamente el adecuado. Se observa una falta de estandarización entre las bases de datos. El problema más acuciente es resolver la heterogeneidad de las siglas y los sistemas de numeración utilizados para el mismo ejemplar. Únicamente el sistema de la Red de Información de Recursos de Germoplasma de los Estados Unidos (US-GRIN) ofrece acceso por Internet⁸². Está prevista la implementación de un sistema de información mundial sobre maíz pensado especialmente para mejorar los avances en materia de regeneración. Una base de datos independiente podría resultar útil para el teosinte⁸³.

Una base de metadatos de maíz operativa e integral permitiría realizar una duplicación de seguridad más eficiente de todos los ejemplares posibles⁸⁴.

Utilización

La distribución de ejemplares de germoplasma es una medida indirecta de la utilización de los recursos genéticos para el mejoramiento de los cultivos. La colección de maíz del CIMMYT es una de las más grandes del mundo (superada solamente por la colección nacional mexicana) y alcanzó su distribución máxima en 1989, seguida de una clara caída hasta 1995. Sin embargo, se ha registrado un aumento neto en la distribución desde 1996 hasta 2004, lo cual sugiere un interés renovado en la utilización de germoplasma⁸⁵. La mayor utilización de germoplasma puede lograrse por medio de tecnologías mejoradas para la distribución del ADN propiamente dicho⁸⁶.

Las restricciones para conseguir una mayor utilización que se observaron incluyen cuestiones de propiedad y personal inadecuado. La distribución de ejemplares se ve obstaculizada por las preocupaciones en torno a los derechos de propiedad intelectual⁸⁷. Hay una necesidad imperante de capacitar a una nueva generación de especialistas en germoplasma de maíz para que aprendan técnicas de conservación y utilización⁸⁸.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

La evaluación estratégica de los ejemplares de germoplasma de maíz, combinada con una mejora genética, será importante para lograr una mayor seguridad alimentaria, reducir la pobreza y proteger el medio ambiente, en particular en el África subsahariana y en las áreas indígenas del continente americano⁸⁹.

A4.2.4 Estado de los recursos genéticos del sorgo

Entre 1996 y 2008, el rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor*) no cambió significativamente (ver Figura A4.1). En 2008, el sorgo se cultivó en un área de más de 45 millones de hectáreas con una producción mundial de 66 millones de toneladas⁹⁰. Este cultivo se utiliza principalmente para el consumo humano en África e India, y como pienso en China y Estados Unidos de América. Los cinco mayores productores de sorgo en 2007 fueron Estados Unidos de América (18 por ciento de la producción mundial), Nigeria (14 por ciento), India (12 por ciento), México (10 por ciento) y Sudán (6 por ciento).

El acervo genético primario está compuesto por *S. bicolor* y sus numerosas razas, y varias especies más. La cantidad depende de los tratamientos taxonómicos⁹¹.

Estado de la conservación ex situ

Las principales colecciones de sorgo se encuentran en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT) y en USDA Plant Genetic Resources Conservation Unit, Southern Regional Plant Introduction Station, seguidas de las colecciones de Institute of Crop Germplasm Resources (ICGR) de China y National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR) de India. Además, existen alrededor de 30 instituciones más donde se conservan colecciones de sorgo *ex situ* (principalmente colecciones nacionales). En conjunto, se mantienen más de 235 000 muestras, de las cuales 4 700 son ejemplares de material silvestre⁹². Se sospecha que existe un nivel elevado de duplicación de muestras entre las colecciones, excepto en la colección china que está compuesta, principalmente, por razas nativas de China⁹³.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

En Malí, el 60 por ciento de las variedades locales de sorgo han desaparecido de una región durante los últimos 20 años a causa de la expansión de la producción algodонера, la introducción del cultivo de maíz y la saturación de la zona de cultivo disponible. En una aldea, la difusión de una variedad mejorada desplazó a tres variedades locales de sorgo⁹⁴. Otros tantos países africanos también indicaron en sus respectivos informes que las variedades mejoradas habían desplazado a las variedades locales⁹⁵. En los campos agrícolas del Níger, sin embargo, no se detectaron pérdidas de variedades ni razas nativas en las misiones de recolección⁹⁶. En Japón, el sorgo ya no se cultiva más, pero igualmente se recolectaron variedades desarrolladas por los agricultores para el banco de genes nacional⁹⁷.

Déficits y prioridades

Existe una enorme cantidad de ejemplares (28 000) que requieren una regeneración urgente. Entre los cuellos de botellas que obstaculizan esta labor se pueden mencionar las cuestiones relativas a la duración de los días y las cuarentenas, y los costos y la capacidad de la mano de obra⁹⁸.

Es necesario realizar un muestreo ecológico de los progenitores silvestres y las razas nativas de *S. bicolor* en cada uno de sus centros de diversidad primarios, secundarios y terciarios⁹⁹. Se requieren más iniciativas de recolección y conservación de afines silvestres¹⁰⁰. Se señalaron déficits de cobertura geográfica en África occidental, América Central, Asia central y el Cáucaso, y en el Sudán, en Darfur y el sur¹⁰¹.

Duplicación de seguridad

El estado de la duplicación de seguridad varía considerablemente según la colección. Solo nueve de las colecciones se encuentran almacenadas conforme a las condiciones de almacenamiento a largo plazo (o de manera aproximada) y solo ocho están respaldadas en condiciones de seguridad¹⁰². El ICRISAT ha propuesto duplicar su colección de sorgo completa, que cuenta con alrededor de 38 000 ejemplares, para entregarla al SGSV. Hasta el momento, se han enviado 13 000 ejemplares¹⁰³.

Documentación, caracterización y evaluación

Si bien los datos de pasaporte están disponibles para la mayoría de las muestras, la nomenclatura utilizada varía

APÉNDICE 4

considerablemente según la institución, lo cual dificulta la identificación de duplicados. Los datos de caracterización están documentados electrónicamente a un nivel razonable, pero no hay disponibles datos de evaluación¹⁰⁴. La mayoría los datos no se pueden consultar por Internet¹⁰⁵.

Utilización

El intercambio de germoplasma y, por consiguiente, su utilización son limitados. Existen otros factores que restringen la utilización, como la falta de información útil sobre los rasgos de los ejemplares, la merma de los programas de mejoramiento, la insuficiente disponibilidad de semillas y la deficiente comunicación entre mejoradores y conservadores¹⁰⁶.

Se han desarrollado colecciones y minicolecciones de referencia basadas en las muestras de diversidad genética disponible y se han utilizado para identificar ejemplares de rasgos específicos, resistentes a los factores adversos bióticos¹⁰⁷.

Las dos colecciones primarias han registrado la mayor distribución. Los principales beneficiarios del USDA han sido los mejoradores del sector público, mientras que el ICRISAT ha favorecido principalmente a los científicos investigadores internos (centrados en el mejoramiento de los cultivos)¹⁰⁸.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

Debido a la creciente demanda de fuentes más confiables de alimentos y piensos por parte de los entornos más afectados por la escasez de agua y las temperaturas elevadas, el sorgo ocupará un lugar más prominente debido a su gran capacidad de adaptación y a sus usos diversos¹⁰⁹.

A4.2.5 Estado de los recursos genéticos de la yuca

Desde 1996 hasta 2008, el rendimiento de la yuca tuvo un aumento neto de 2,7 toneladas por hectárea (Figura A4.2). En 2008, la yuca (*Manihot esculenta*) se cultivó en un área de más de 19 millones de hectáreas con una producción mundial de 233 millones de toneladas¹¹⁰. La yuca es fundamental para la seguridad alimentaria en la mayoría de las regiones de África. En 2008, casi el 51 por ciento de la producción mundial se originó en África, y los cinco mayores productores de yuca fueron Nigeria (19 por ciento de la producción mundial), Tailandia (12 por ciento), Brasil

(11 por ciento), Indonesia (9 por ciento) y la República Democrática del Congo (6 por ciento).

El acervo génico está compuesto por *M. esculenta* y entre 70 y 100 especies *Manihot* silvestres, según la clasificación taxonómica. Las razas nativas, sin embargo, han sido y seguirán siendo las fuentes primarias de genes y combinaciones genéticas de las variedades nuevas. Las especies silvestres ofrecen rasgos interesantes (p. ej., tolerancia al deterioro fisiológico posterior a la cosecha, alto contenido de proteínas en las raíces, resistencia a plagas y enfermedades), pero son difíciles de utilizar y conservar¹¹¹. El género *Manihot* es autóctono del continente americano, y la mayor parte de la diversificación genética se produjo allí. Tanto Asia como África son importantes centros secundarios de diversidad genética¹¹².

El acervo genético primario está compuesto por los cultivos propiamente dichos y las especies conocidas por cruzarse fácilmente con la yuca y generar descendencia fértil: *M. flabellifolia* y *M. peruviana*, autóctonas de América del Sur¹¹³. El acervo genético secundario está compuesto por taxones que se cruzan con dificultad con la yuca, pero que, aún así, ofrecen algunos resultados positivos. Estos incluyen *M. glaziovii*, *M. dichotoma*, *M. pringlei*, *M. aesculifolia* y *M. pilosa*¹¹⁴.

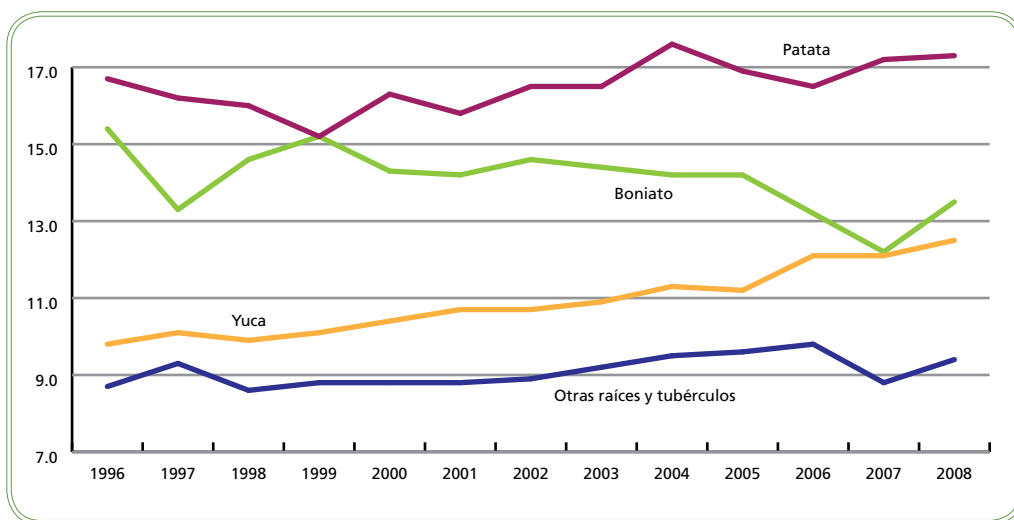
Estado de la conservación in situ

A pesar de las propuestas de larga data de crear reservas *in situ* para las especies *Manihot*, esto no se ha concretado aún¹¹⁵.

Estado de la conservación ex situ

Las colecciones de campo constituyen la estrategia de conservación principal. Las colecciones *in vitro* se emplean en menor medida, seguidas por la crioconservación¹¹⁶. El almacenamiento de semillas como método para la conservación de germoplasma ha recibido muy poca atención. No obstante, es un medio prometedor para la preservación de genes y, en especial, para varias especies silvestres que son difíciles de mantener con métodos alternativos y que se propagan por medio de las semillas en estado silvestre. Las semillas de yuca tienen un comportamiento, en apariencia, ortodoxo. Por lo tanto, se pueden almacenar en condiciones convencionales de baja humedad y bajas temperaturas¹¹⁷. El Centro internacional de agricultura tropical (CIAT) recientemente inició un proceso de regeneración de semillas botánicas por medio de la autopolinización de ejemplares de la colec-

FIGURA A4.2
Rendimientos a globales de cultivos de raíces y tubérculos (toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT 1996-2008.

ción de yuca. El genotipo de la muestra se perdió, pero sus genes se conservan en las semillas producidas¹¹⁸.

La mayoría de los países que cultivan yuca han establecido un banco de genes de razas nativas locales. Casi todos dependen principalmente de las plantas cultivadas en campo abierto, pero también pueden utilizar la propagación *in vitro* para una parte de su colección. Dos centros internacionales, el CIAT y el IITA, mantienen colecciones regionales para América y Asia (CIAT) y para África (IITA). En total, existen más de 32 000 muestras de yuca almacenadas *ex situ*. De ellas, se estima que el 32 por ciento son razas nativas¹¹⁹. Según un estudio del GCDT, si se pretende representar la diversidad genética completa de las especies, será necesario llevar a cabo más tareas de recolección; los países prioritarios para la recolección de más razas nativas son Brasil, Colombia, el Estado Plurinacional de Bolivia, Haití, Mozambique, Nicaragua, Perú, la República Bolivariana de Venezuela, la República Democrática del Congo, la República Unida de Tanzania y Uganda¹²⁰.

Déficits y prioridades

Las colecciones de campo no están en buenas condiciones, y se observan atrasos en las colecciones *in vitro* a causa de la escasez de fondos. El gran nivel de mantenimiento que

implica la conservación y los intervalos de regeneración relativamente breves son dos cuellos de botella clave¹²¹.

Las especies *Manihot* silvestres no están bien representadas en las colecciones *ex situ*, ni por las especies (solo cerca de un tercio de las especies del género) ni por las poblaciones. La disponibilidad de fondos es una limitación. Se requieren más iniciativas de recolección. Algunas especies están en riesgo a causa de la agricultura en expansión y la pérdida del hábitat¹²². Solo la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), la Universidad de Brasilia (Nagib Nassar) y el CIAT cuentan con programas serios orientados a la conservación a largo plazo de *Manihot* silvestre¹²³. Los hábitats de varias poblaciones están amenazados por la urbanización y la agricultura en expansión, en especial, en la zona central de Brasil. La eficacia de las iniciativas de recolección y conservación también se ve comprometida por la deficiencia de los conocimientos sobre taxonomía y filogenia. La conservación *ex situ* presenta dificultades y requiere una investigación exhaustiva para establecer bancos de genes eficientes y seguros¹²⁴.

Duplicación de seguridad

La duplicación de seguridad no está completa¹²⁵.

APÉNDICE 4

Documentación, caracterización y evaluación

Hay poca documentación disponible en las colecciones nacionales. La elaboración de una base de datos mundial es una prioridad urgente¹²⁶.

Utilización

Pocos países participan en el intercambio internacional de germoplasma de yuca con regularidad¹²⁷. La principal limitación a la utilización es la falta de información sobre los ejemplares y la dificultad del intercambio¹²⁸.

Entre las iniciativas necesarias para mejorar la utilización, se pueden mencionar la indexación de enfermedades de los ejemplares, la elaboración de mejores protocolos de conservación y crioconservación de semillas e *in vitro*, las pruebas de viabilidad para la conservación de polen y los protocolos de germinación de semillas mejorados¹²⁹. El CIAT, en conjunto con el IITA, ha iniciado un proceso para generar material genético parcialmente endogámico como fuente de rasgos deseables a fin de facilitar el intercambio de germoplasma¹³⁰.

Hay disponibles métodos de indexación de virus exclusivos de cada continente, pero es necesario perfeccionarlos y ponerlos a disposición de los encargados de los bancos de genes y los centros de cuarentena¹³¹.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

La yuca es uno de los cultivos más eficientes en la producción de biomasa. En condiciones subóptimas, supera a otros cultivos y puede soportar condiciones de sequía.

La mayor parte de la producción de yuca aún se basa en las variedades de razas nativas. No obstante, esta situación está cambiando rápidamente, en especial durante la última década, y en determinados países, como Brasil, Colombia, Nigeria, Tailandia y Viet Nam. Las razas nativas aún se utilizan de manera extensiva para los programas de mejoramiento como progenitores en los viveros de cruzamiento¹³².

A4.2.6 Estado de los recursos genéticos de la patata

Desde 1995, el rendimiento de la patata ha sido irregular de un año a otro, si bien se ha observado un leve aumento general (ver Figura A4.2). En 2008, se cosechó patata en una superfi-

cie cultivada de 18 millones de hectáreas con una producción mundial de 314 millones de toneladas¹³³. Los cinco mayores productores en 2008 fueron China (18 por ciento de la producción mundial), India (11 por ciento), la Federación de Rusia (9 por ciento), Ucrania y Estados Unidos de América (6 por ciento)¹³⁴. La patata es importante para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos en el mundo en desarrollo. En 2005, la producción total de patata originada en los países en desarrollo superó los niveles de producción del mundo desarrollado¹³⁵.

El acervo génico se puede dividir en cuatro tipos de germoplasma:¹³⁶

1. Cultivares modernos (y variedades antiguas) de patata común (*Solanum tuberosum* subesp. *tuberosum*), la subespecie de patata más cultivada del mundo.
2. Cultivares autóctonos, que incluyen cultivares de patatas locales presentes en el centro de diversidad (de 7 a 12 especies, según el tratamiento taxonómico).
3. Afines silvestres, que comprenden especies con tubérculo y algunas especies sin tubérculo, presentes en el centro de diversidad (de 180 a 200 especies, según el tratamiento taxonómico).
4. Otro germoplasma o material de investigación; todos los tipos de materiales genéticos, por ejemplo, híbridos interespecíficos, clones para reproducción, material mejorado genéticamente, etc.

Estado de la conservación *in situ*

Los agricultores que trabajan en el centro de origen y diversidad del cultivo, en particular en el Estado Plurinacional de Bolivia y en Perú, aún conservan cientos de cultivares autóctonos y, de ese modo, contribuyen en forma activa a la conservación y evolución *in situ* permanentes de la patata cultivada^{137, 138, 139}. Se requiere con urgencia un conocimiento más acabado de las estrategias efectivas para respaldar a estos agricultores. Se sabe muy poco acerca del estado de la conservación *in situ* de las especies de patata silvestres. Además, aún no hay en marcha iniciativas que favorezcan la conservación de hábitats importantes de especies endémicas.

Estado de la conservación *ex situ*

A nivel mundial, es posible encontrar cerca de 98 000 ejemplares *ex situ*, de los cuales el 80 por ciento se conserva en 30 colecciones clave¹⁴⁰. Las muestras se conservan como semillas botánicas, o bien de manera vegetativa como tubérculos y en

propágulos *in vitro*. Las colecciones de América Latina contienen varios cultivares autóctonos y afines silvestres, y las colecciones de Europa y América del Norte contienen cultivares modernos y materiales de mejora, además de afines silvestres¹⁴¹.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Un ejemplo de erosión: antes de la modernización de la agricultura, los campesinos de la Isla de Chiloé cultivaban entre 800 y 1 000 variedades de patata. Ahora solo hay cerca de 270 variedades¹⁴². También se informó la vulnerabilidad de la especie diploide *Solanum phureja* cultivada en la zona andina^{143, 144}. Un estudio reciente sobre el efecto del cambio climático predice que es posible que se extingan entre 7 y 13 de un total de 108 especies de patatas silvestres analizadas¹⁴⁵.

Déficits y prioridades

En el Capítulo 3, se llegó a la conclusión de que el material genético más útil ya se ha recolectado, y que actualmente existen pocos déficits significativos. Sin embargo, varias colecciones latinoamericanas se ven amenazadas por la falta de financiación y, de perderse, generarían déficits críticos en la cobertura global del acervo génico en las colecciones.

La capacidad de regeneración limitada es una restricción en todas las colecciones, en especial para los ejemplares silvestres y los cultivares autóctonos. La deriva genética se está convirtiendo en un problema para las colecciones de especies silvestres, donde cada una de las especies está representada por muy pocos ejemplares¹⁴⁶.

Las funciones críticas requeridas para una conservación óptima, como la regeneración, la documentación, el almacenamiento, el control sanitario y la duplicación de seguridad no se llevan a cabo de manera adecuada en algunos bancos de genes. Muchos de los bancos de genes de América Latina y Rusia no tienen (acceso a) la experiencia suficiente ni las instalaciones necesarias para mantener el germoplasma de la patata en buen estado¹⁴⁷.

La magnitud de las nuevas recolecciones de material silvestre y la supervisión del estado de conservación de las poblaciones vulnerables localizadas en el centro de diversidad se han visto considerablemente restringidas en los últimos 10 años. Aproximadamente 30 especies silvestres aún no están representadas en las colecciones y es posible que aún estén pendientes de recolección. Además, para otras 25 especies silvestres, hay menos de tres ejemplares en las colecciones. En el contexto andino, dado que los cultivares de patatas conservados en la

explotación son fundamentales para alcanzar la seguridad alimentaria regional, confrontar el cambio climático y lograr una conservación a largo plazo, es necesario fortalecer la comprensión de los sistemas dinámicos de conservación *in situ* y *ex situ* que respaldan los medios de subsistencia de los agricultores¹⁴⁸.

Duplicación de seguridad

No hay suficiente información sobre cuántos ejemplares de patata cuentan con duplicaciones de seguridad en la actualidad¹⁴⁹.

Documentación, caracterización y evaluación

Las bases de datos de las colecciones nacionales están incompletas y no es posible acceder a ellas. Se requieren iniciativas para documentar y caracterizar colecciones *in situ* de especies silvestres y cultivadas, y su diversidad infraespecífica inherente, como punto de partida para la investigación futura sobre erosión genética, pérdida de especies, integridad y deriva genética¹⁵⁰.

Utilización

Los obtentores prefieren utilizar germoplasma bien adaptado de *Solanum tuberosum* subesp. *tuberosum*, la patata más común, o material de investigación con propiedades interesantes¹⁵¹. El germoplasma exótico se ha aprovechado con grandes resultados aunque, en comparación con la gran abundancia de materiales disponibles, el grado de utilización ha sido relativamente bajo.

La cantidad sustancial de germoplasma de patata distribuido a los usuarios indica que el germoplasma se utiliza ampliamente. Sin embargo, se observa una distribución muy desigual entre los bancos de genes, que va de 23 a 7 630 ejemplares por año¹⁵². Desafortunadamente, los destinatarios o usuarios no acostumbran a devolver información sobre la evaluación realizada con el germoplasma solicitado al banco de genes que aporta el material¹⁵³. La limitación más seria a la utilización de colecciones es la falta de información sobre los ejemplares, en especial, la ausencia de datos de caracterización y evaluación¹⁵⁴. Es necesaria una mayor atención para garantizar la devolución y el cotejo de estos datos, que no solo beneficiarán a los bancos de genes aportantes sino, en última instancia, a todos los usuarios¹⁵⁵.

El sector público local hace uso del germoplasma con más frecuencia, pero algunos bancos de genes proporcionan

APÉNDICE 4

grandes cantidades de ejemplares al sector privado (empresas de mejoramiento). En América del Sur y Canadá, los agricultores y las ONG hacen un uso intensivo del germoplasma de los bancos de genes nacionales. No obstante, algunos bancos de genes distribuyen una cantidad considerable de muestras a usuarios del exterior. A menudo, las ONG y los agricultores utilizan cultivares autóctonos y variedades antiguas para la producción de cultivos en la explotación. Con esta actividad, contribuyen a la conservación *in situ* (regeneración, evaluación y almacenamiento) de germoplasma¹⁵⁶.

Una herramienta tecnológica a la que se podría recurrir para mejorar la utilización del germoplasma son los conjuntos de pruebas de protección contra virus, si estuviesen disponibles para todos¹⁵⁷.

A4.2.7 Estado de los recursos genéticos del boniato

Desde 1996, el rendimiento del boniato ha sido muy irregular de un año a otro, si bien, en líneas generales, se ha observado una tendencia decreciente (ver Figura A4.2). En 2008, se cosechó boniato (*Pomoea batatas*) en una superficie cultivada de 8 millones de hectáreas con una producción mundial de 110 millones de toneladas¹⁵⁸. Los mayores productores de boniato en 2007 fueron China (77 por ciento de la producción mundial), Nigeria (3 por ciento), Uganda (2 por ciento), Indonesia (2 por ciento) y Viet Nam (1 por ciento).

El género incluye de 600 a 700 especies de las cuales el boniato es la única que se cultiva. Más del 50 por ciento se encuentra en el continente americano. El boniato y 13 especies *Pomoea* silvestres estrechamente relacionadas al boniato pertenecen a la sección *Batatas*; todas ellas, excepto la *I. littoralis*, son endémicas de este continente¹⁵⁹.

Estado de la conservación *ex situ*

A nivel mundial, se conservan 35 500 muestras de recursos genéticos del boniato. El 80 por ciento de estas muestras se encuentra en menos de 30 colecciones¹⁶⁰. Los ejemplares incluyen razas nativas, material mejorado y especies *Pomoea* silvestres. La colección mundial conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú, incluye ejemplares de 57 países. Perú y otros países de América del Sur y el Caribe (centros primarios de diversidad del boniato) son los principales contribuyentes¹⁶¹. Sin embargo, las actividades realizadas en las colecciones durante los últimos

10 años produjeron apenas 1 041 muestras; la mayor parte fue material mejorado, seguido de razas nativas¹⁶².

Cerca de 162 especies de CWR se conservan en cinco colecciones como semillas. Trece de estas especies están estrechamente relacionadas y constituyen el objetivo principal de las iniciativas de conservación¹⁶³.

Déficits y prioridades

En el Capítulo 3 se menciona que en el caso del boniato ya se han identificado los déficits importantes en materia de ubicación geográfica y rasgos de las colecciones.

Existen trabajos acumulados de regeneración para la mayoría de las colecciones, y entre el 50 y el 100 por ciento de los ejemplares de algunas colecciones requieren tareas de regeneración de manera urgente. En el caso de las colecciones que cuentan con ejemplares silvestres, del 20 al 100 por ciento de los taxones requieren la regeneración urgente de las semillas. Muchas colecciones no son aptas para la regeneración *in vitro* ni para las condiciones de los invernaderos¹⁶⁴. La mayoría de las colecciones mostraron deterioros y restricciones en aspectos tales como la salud de las plantas, la documentación, la regeneración y la duplicación de seguridad¹⁶⁵.

Documentación, caracterización y evaluación

La mitad de las colecciones cuentan con bases de datos informatizadas, y muy pocas están disponibles por Internet. Es necesario estandarizar¹⁶⁶.

Utilización

La optimización de los protocolos de conservación podría mejorar la utilización¹⁶⁷.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

El boniato es una planta tropical perenne que se cultiva, como si fuese anual en climas templados, en más de 100 países¹⁶⁸.

A4.2.8 Estado de los recursos genéticos de los frijoles comunes

Desde 1996, el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) se ha mantenido, básicamente, en una meseta

(Figura A4.3). En 2008, se cosecharon frijoles secos en una superficie cultivada de 28 millones de hectáreas con una producción mundial de 20 millones de toneladas (no incluye la producción de campos de cultivos intercalados)¹⁶⁹. Los seis mayores productores son India (19 por ciento de la producción mundial), Brasil (17 por ciento), Myanmar (12 por ciento), Estados Unidos de América y México (6 por ciento), y China (5 por ciento).

El acervo genético primario de frijoles comunes está formado por cultivares y formas silvestres de *P. vulgaris*, y cuenta con dos componentes geográficos bien diferenciados: la zona andina y la zona mesoamericana con domesticación que, según se presume, se ha producido de manera independiente en cada zona. El acervo genético secundario está formado por *P. costaricensis*, *P. coccineus*, y *P. polyanthus*. Los cruzamientos de cada una de estas especies con el frijol común generan progenie híbrida sin necesidad de llevar a cabo ninguna tarea de aislamiento y cultivo especial, pero la progenie puede ser parcialmente estéril y ocasionar dificultades al momento de recuperar fenotipos estables del frijol común. El acervo genético terciario está compuesto por *P. acutifolius* y *P. parvifolius*. Los cruzamientos de cada una de estas especies con el frijol común requieren el aislamiento y cultivo de embriones para generar progenie^{170, 171}.

Estado de la conservación ex situ

El CIAT en Colombia es la colección mundial primaria y representa aproximadamente el 14 por ciento de los casi 262 000 ejemplares de frijol común de los bancos de genes del mundo¹⁷².

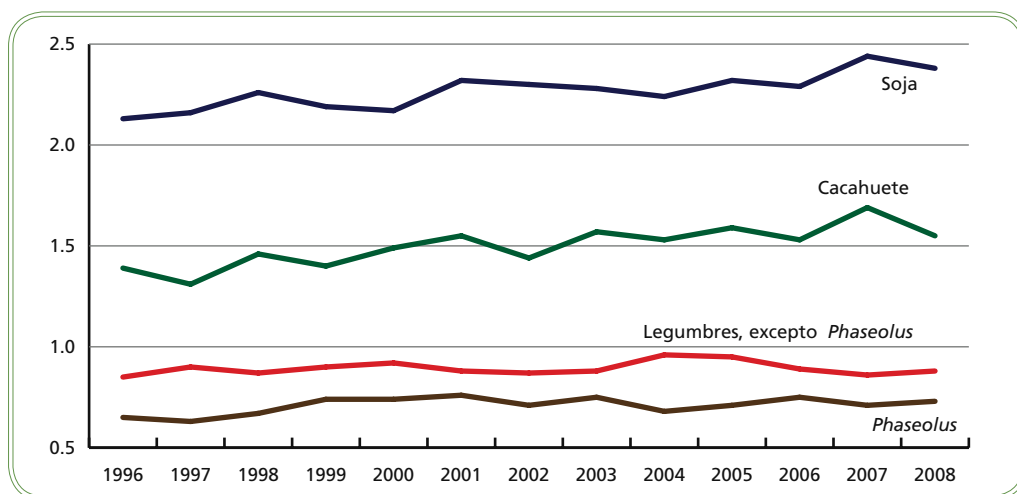
Erosión y vulnerabilidad genéticas

En varios informes de países se hace mención a la erosión genética del frijol común y, en general, de los taxones relacionados¹⁷³. Más específicamente, se informa que han desaparecido cultivares debido a los brotes de patógenos¹⁷⁴, a los ocho años de sequías recurrentes¹⁷⁵ y al reemplazo por las nuevas variedades que se han introducido¹⁷⁶.

A4.2.9 Estado de los recursos genéticos de la soja

Desde 1996, el rendimiento de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ha tenido sus altibajos de un año a otro, pero con un aumento general (Figura A4.3). En 2008, se cosechó soja en una superficie cultivada de 97 millones de hectáreas con una producción mundial de 231 millones de toneladas¹⁷⁷. Los cinco mayores productores de soja en

FIGURA A4.3
Rendimientos globales de determinados cultivos de legumbres (toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT 1996-2008.

APÉNDICE 4

2008 fueron Estados Unidos de América (35 por ciento de la producción mundial), Brasil (26 por ciento), Argentina (20 por ciento), China (7 por ciento) e India (4 por ciento).

El género *Glycine* incluye alrededor de 20 especies anuales y perennes distribuidas principalmente en Australia y Asia. El acervo genético primario está compuesto por formas cultivadas de *G. max*, la soja silvestre anual, *G. soja* (considerada el ancestro inmediato de la soja cultivada) y una especie de malas hierbas *G. gracilis*. El centro de diversificación se encuentra en China, Corea, Japón y la región del Lejano Oriente de la Federación de Rusia. El acervo genético secundario está compuesto por otras especies silvestres de *Glycine*, y se considera que el acervo genético terciario está constituido por especies de la tribu de legumbres *Phaseoleae*¹⁷⁸.

Estado de la conservación ex situ

El ICGR-CAAS mantiene la colección mundial primaria y representa aproximadamente el 14 por ciento de los casi 230 000 ejemplares de soja de los bancos de genes del mundo¹⁷⁹. La soja no es uno de los cultivos contemplados por el TIRFAA¹⁸⁰.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Se ha demostrado que la base genética de la producción de soja es acotada en regiones tales como el sur de Estados Unidos de América¹⁸¹ y Brasil¹⁸². En China, muchas de las razas nativas locales que se cultivaban de manera tradicional, ahora solo se pueden encontrar en bancos de genes¹⁸³.

Utilización

En el año 2005, se enfatizó la necesidad de contar con información sobre la magnitud y la distribución de la diversidad dentro de las razas nativas de China, en el marco de una iniciativa para estimar la variación genética dentro y entre cuatro provincias chinas de los ejemplares disponibles en el NPGS del USDA. Se utilizaron marcadores de ADN polimórfico amplificado al azar (APAA) con diez razas nativas de cada una de las cuatro provincias divergentes desde el punto de vista geográfico. Se sugirió que estos marcadores podrían ser útiles para la generación de una colección de referencia, pero la representación desigual de algunas provincias en el banco de genes de Estados Unidos de América implicaría una representación deficiente de algunas zonas geográficas en cualquier colección de referencia reunida en este país¹⁸⁴.

La distribución de razas nativas en China propiamente dicha y la representación sustancial de estas razas en el banco de genes chino brindaron una oportunidad de evaluación de la estructura genética de la población en el acervo genético primario de la soja. Se llevó a cabo un análisis de diversidad y diferenciación genéticas basado en 59 loci de marcadores de repetición de secuencia única (SSR) con 1 863 de las razas nativas de China. El objetivo era obtener información útil para la ordenación eficaz del material del banco de genes y para posibilitar una utilización eficiente de las razas nativas para el mejoramiento de la soja. Los loci de SSR generaron 1 160 alelos e identificaron siete agrupaciones entre las razas nativas. El nivel elevado de diversidad genética sugiere que las razas nativas serán fuentes importantes para el mejoramiento de los cultivares de soja. Los alelos poco comunes identificados se encontraban en el loci que presentaba el mayor grado de polimorfismo. Además, pueden utilizarse para la categorización de las colecciones de germoplasma y como marcadores únicos. La peculiaridad de los alelos en múltiples loci en las razas nativas de una determinada agrupación sugiere su aislamiento de otras razas nativas. Además, indica que pueden albergar alelos poco comunes para los rasgos funcionales también¹⁸⁵.

En China se han ensamblado colecciones de referencia y se han utilizado como base para el mejoramiento de la soja asistido por marcadores¹⁸⁶.

A4.2.10 Estado de los recursos genéticos del cacahuete

Desde 1996, el rendimiento del cacahuete (*Arachis hypogaea*) ha tenido sus altibajos de un año a otro, pero con un aumento general (Figura A4.3). En 2008, se cosechó cacahuete en una superficie cultivada de 25 millones de hectáreas con una producción mundial de 38 millones de toneladas¹⁸⁷. Los cinco mayores productores de cacahuete en 2008 fueron China (38 por ciento de la producción mundial), India (19 por ciento), Nigeria (10 por ciento), Estados Unidos de América (6 por ciento) y Myanmar (3 por ciento). El cacahuete (también conocido como mani) proporciona aceite comestible de alta calidad (del 36 al 54 por ciento) y proteína fácilmente digestible (del 12 al 36 por ciento). Se trata de un recurso importante que se cultiva como leguminosa de grano o como semilla oleaginosa en 113 países¹⁸⁸. El cacahuete es una especie de alotetraploide ($2n = 4x = 40$) originada, supuestamente, en la región de América del Sur que comprende el sur del Estado Plurinacional de Bolivia y el noroeste de Argentina¹⁸⁹. El género *Arachis* com-

prende 80 especies clasificadas en nueve secciones. La sección *Arachis* incluye el cacahuete cultivado. Las especies *Arachis* diploides silvestres de América del Sur constituyen fuentes prometedoras de genes resistentes a plagas y enfermedades para los programas de mejoramiento del cacahuete^{190, 191}.

Estado de la conservación in situ

La regeneración de las variedades silvestres afines al cacahuete es problemática. Lo ideal sería elaborar estrategias para la conservación *in situ* de taxones silvestres de cacahuete¹⁹².

Estado de la conservación ex situ

La colección más extensa de cacahuete se encuentra en el ICRISAT y consta de 15 419 ejemplares (12 por ciento de los 128 461 ejemplares del mundo). Otras organizaciones que conservan una cantidad considerable de ejemplares son el USDA-ARS de Estados Unidos de América, la NBPGR en India, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina y la Academia China de Agronomía (ICGR-CAAS) en China¹⁹³.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Como consecuencia de la introducción de variedades mejoradas, la urbanización y las calamidades naturales, muchas razas nativas y especies silvestres están sufriendo algún grado de erosión en los distintos países¹⁹⁴. Más específicamente, se requieren estrategias de conservación y recolección enfocadas a las cuestiones geográficas y relativas al hábitat para la especie silvestre diploide *Arachis* de genoma A y B que se encuentra en América del Sur. Muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción y no están representadas de manera adecuada en las colecciones existentes¹⁹⁵.

Duplicación de seguridad

El ICRISAT ha propuesto duplicar su colección de cacahuetes para entregarla al SGSV. Hasta el momento, se han enviado 4 550 ejemplares¹⁹⁶.

Documentación, caracterización y evaluación

Se conservan bases de datos de pasaporte, caracterización, inventario y distribución para la colección más extensa de cacahuetes¹⁹⁷. Se ha caracterizado aproximadamen-

te el 97 por ciento de los ejemplares cultivados en función de 50 características morfológicas y agronómicas¹⁹⁸.

Utilización

En el ICRISAT, se han establecido colecciones de referencia (10 por ciento de la colección completa) y minicolecciones de referencia (10 por ciento de la colección de referencia, 1 por ciento de la colección completa). La minicolección de referencia, que comprende 184 ejemplares, sirve de puerta de acceso para la utilización de los recursos genéticos del cacahuete en los programas de mejoramiento de los cultivos. Mediante el uso de la minicolección de referencia, ha sido posible identificar germoplasma de rasgos específicos que presenta características de resistencia a la sequía, la salinidad y las bajas temperaturas, además de rasgos de calidad agronómica y de la semilla¹⁹⁹.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

Más de dos tercios de la producción mundial de cacahuete se llevan a cabo en regiones de secano estacional. El cacahuete es adecuado para diversos patrones de cultivos. La evaluación estratégica de las muestras de germoplasma de cacahuete, en combinación con una mejora genética, será importante para lograr una mayor seguridad alimentaria, reducir la pobreza y proteger el medio ambiente²⁰⁰.

A4.2.11 Estado de los recursos genéticos de los principales cultivos azucareros

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y la remolacha (*Beta vulgaris*) son las dos especies principales que se utilizan para la producción de azúcar. El rendimiento mundial de la caña de azúcar, que representa aproximadamente el 70 por ciento del azúcar producida, ha variado en gran medida desde 1996 con períodos de rendimientos bajos entre los años 2000 y 2003, si bien registró finalmente un aumento neto (Figura A4.4). En 2008, se cosechó caña de azúcar en una superficie cultivada de 24 millones de hectáreas con una producción mundial total de 1 743 millones de toneladas²⁰¹. Los seis mayores productores de caña de azúcar en 2008 fueron Brasil (37 por ciento de la producción mundial), India (20 por ciento), China (7 por ciento), Tailandia (4 por ciento) y Pakistán y México (3 por ciento cada uno).

APÉNDICE 4

La citotaxonomía y las relaciones entre las especies que dieron lugar a lo que hoy se conoce como la planta de cultivo de caña de azúcar son complejas. El cultivo es de origen híbrido, no se ha establecido el estado taxonómico del género y podrían haberse producido varios eventos de domesticación²⁰². Por consiguiente, las definiciones del acervo génico también resultan complejas. Una presentación establece que existen cuatro especies en el género *Saccharum*: *S. officinarum*, la caña "tipo" del género, que no se conoce en estado silvestre; *S. robustum*, el ancestro silvestre de *S. officinarum*; *S. spontaneum*, un ancestro silvestre más primitivo que *S. robustum*; y *S. barberi*, cuyo origen es poco claro y existe la posibilidad de que sea de origen híbrido. Se plantean dos supuestos orígenes distintos para las especies cultivadas: India y Papua Nueva Guinea²⁰³. Estas cuatro especies podrían comprender el acervo genético primario de la caña de azúcar, y los cultivares actuales son, en su mayoría, de origen híbrido como resultado de cruzamientos entre *S. officinarum* y una de las otras especies. En general, las plántulas híbridas son más resistentes a las enfermedades y se adaptan mejor a la variabilidad climática que *S. officinarum*²⁰⁴.

Es posible acceder a un acervo génico más amplio, denominado el complejo *Saccharum*, que incluye otros géneros que actualmente se consideran parte del origen de la caña de azúcar: *Erianthus*, *Ripidium*, *Sclerostachya*, *Narenga* y, posiblemente, *Miscanthus*²⁰⁵. Las especies silvestres de *Saccharum* y los géneros relacionados *Erianthus* y *Miscanthus* han desempeñado una función importante en la producción de variedades mejoradas de la caña de azúcar. Su función en el mejoramiento de la caña de azúcar será más relevante a medida que los mejoradores se orienten a la producción de caña de alta energía.

La producción de la remolacha no se analizó en el Primer Informe, pero el rendimiento mundial de la remolacha también ha variado desde 1995, con perturbaciones entre los años 2000 y 2003. En 2006, se produjo un aumento neto de la producción (Figura A4.4). En 2008, se cosechó remolacha en una superficie cultivada de 4,4 millones de hectáreas con una producción mundial total de 227 millones de toneladas²⁰⁶. Los cinco mayores productores de remolacha en 2008 fueron Francia y la Federación de Rusia (cada uno con el 13 por ciento de la producción mundial), Estados Unidos de América (12 por ciento), Alemania (10 por ciento) y Turquía (7 por ciento).

La base genética del cultivo de remolacha (por polinización abierta) se considera reducida. El progenitor inmediato es la acelga salvaje, una subespecie conespecífica

del cultivo²⁰⁷. El acervo genético primario es la especie en la sección *Beta* del género *Beta*, donde también se clasifica el cultivo; otras dos secciones de las cuatro secciones del género componen el acervo genético secundario (*Corollinae* y *Nanae*), mientras que la cuarta sección *Procumbentes* compone el acervo genético terciario²⁰⁸.

Estado de la conservación ex situ

La colección de germoplasma de caña de azúcar del Centro de Tecnología Canavieira en Brasil es la colección más extensa a nivel mundial con el 12 por ciento de los casi 41 000 ejemplares del mundo; el Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar en Cuba ocupa el segundo lugar con el 9 por ciento²⁰⁹.

La colección de germoplasma de remolacha del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en Estados Unidos de América es la colección más extensa con el 11 por ciento de los casi 22 500 ejemplares del mundo; el banco de genes de Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research de Leibniz, Alemania, e Institute for Field and Vegetable Crops en Serbia lo siguen de cerca y ocupan la segunda posición con el 10 por ciento cada uno²¹⁰.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

En Bélgica se ha producido una reducción en las variedades cultivadas de la remolacha²¹¹.

A4.2.12 Estado de los recursos genéticos del banano/plátano

Desde 1996, los rendimientos del banano y el plátano (especies del género *Musa*) han presentado leves variaciones, si bien finalizaron con aumentos netos (Figura A4.5). En 2008, se cosecharon bananos y plátanos en superficies cultivadas de 5 millones de hectáreas por cada cultivo que, en total, sumaban 10,2 millones de hectáreas, con una producción mundial de 125 millones de toneladas (90 y 34 millones de toneladas, respectivamente)²¹². Los seis mayores productores de banano en 2008 fueron India (26 por ciento de la producción mundial), Filipinas (10 por ciento), China (9 por ciento), Brasil (8 por ciento) y Ecuador (7 por ciento). Respecto del plátano, los mayores productores fueron Uganda (27 por ciento de la producción mundial), Colombia (10 por ciento), Ghana, Rwanda y Nigeria (8 por ciento cada uno).

El género *Musa* representa un grupo de aproximadamente 25 especies forestales, divididas en cuatro secciones y distribuidas entre la India y el Pacífico, hacia el norte hasta llegar a Nepal y se extienden hacia el extremo septentrional de Australia. El género pertenece a la familia *Musaceae*, que también comprende siete especies de *Ensete* y, posiblemente, un tercer género monoespecífico, *Musella*, que está estrechamente relacionado con el género *Musa*. Se considera que la *Musa acuminata* subesp. *banksii* es el ancestro parental de la mayoría de los cultivares de banano comestibles, que aporta lo que se denomina el genoma "A", mientras que la *Musa balbisiana* aporta el genoma "B" a varios grupos de cultivares de banano y a todos los plátanos. La mayor parte del acervo génico se presenta en la forma de 12 tipos de cultivares o grupos genómicos²¹³.

Una región de diversidad secundaria es África, donde los cultivos se introdujeron hace aproximadamente 3 000 años y dieron lugar a más de 60 tipos para cocción en las tierras altas de África oriental y a 120 tipos de plátanos en África occidental y central²¹⁴. Otro grupo de bananos comestibles, denominados bananas Fe'1, están circunscritos al Pacífico. Si bien su origen genético es poco claro, los estudios taxonómicos sugieren la existencia de vínculos ancestrales con las especies silvestres *Musa maclayi* o *M. lododensis*²¹⁵.

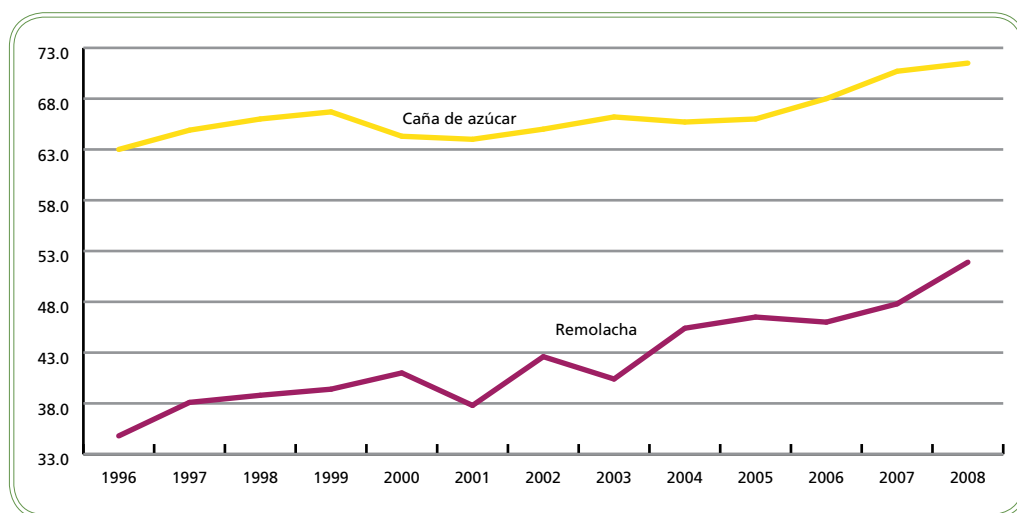
Estado de la conservación ex situ

Según se informa, se conservan aproximadamente 13 000 ejemplares de *Musa ex situ*. Cada una de las 39 colecciones a nivel mundial conserva más de 100 ejemplares. En conjunto, representan el 77 por ciento de la cantidad total de muestras de *Musa* conservadas *ex situ*²¹⁶.

Las especies silvestres ofrecen un potencial de diversidad genética para rasgos tales como la resistencia a factores adversos abióticos y la tolerancia al frío, el anegamiento y la sequía²¹⁷. Las CWR representan actualmente el 7 por ciento de la colección mundial²¹⁸.

La gran mayoría de las casi 60 colecciones nacionales dedicadas a *Musa* administran la mayor parte de sus muestras como plantas de tamaño completo en colecciones de campo. En el marco de un estudio realizado por el GCDT, se analizaron 25 colecciones de campo y se determinó que contenían poco más de 6 000 muestras en total. De estas instituciones, 15 conservaban colecciones *in vitro* que contenían poco más de 2 000 muestras. Además, el Centro de Tránsito de INIBAP (ITC) conserva 1 176 muestras *in vitro* adicionales. Las colecciones *in vitro* se utilizan para realizar la duplicación de seguridad de las colecciones de campo y una multiplicación y diseminación rápidas del material de

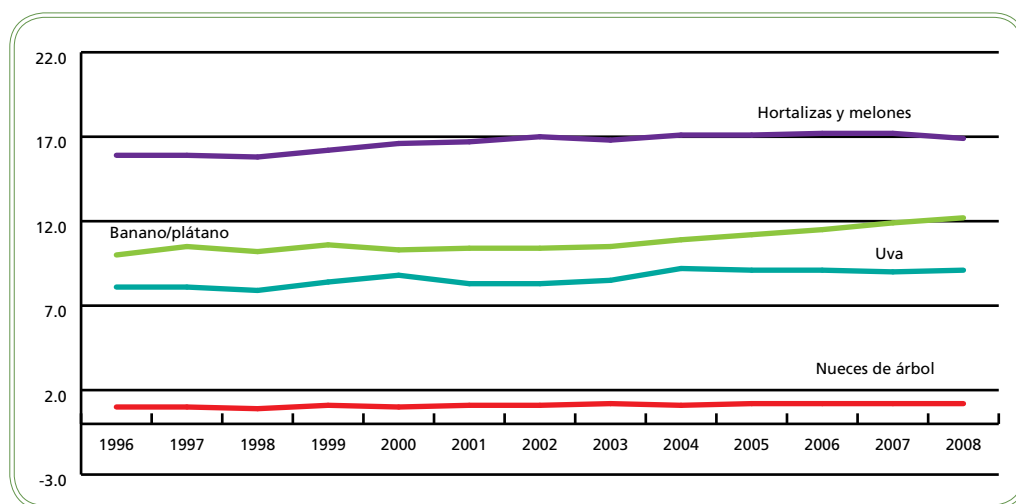
FIGURA A4.4
Rendimientos globales de cultivos azucareros (toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT 1996-2008.

APÉNDICE 4

FIGURA A4.5
Rendimiento global de otros cultivos (toneladas por hectárea)



Fuente: FAOSTAT 1996-2007.

plantación libre de enfermedades. Además, existen alrededor de 13 colecciones nacionales con reconocimiento internacional y varias de ellas contribuyen a las metas de conservación a largo plazo de la colección mundial del ITC²¹⁹.

Hay dos protocolos de crioconservación disponibles para diversos grupos de cultivares de banano. El ITC está implementando un programa para la crioconservación de toda su colección como una alternativa de respaldo y seguridad más rentable²²⁰.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Una gran proporción de las colecciones nacionales de bananos se está deteriorando debido a limitaciones en la gestión²²¹. El impacto de los huracanes en Granada ha provocado pérdidas graves en la producción de banano, que es uno de los tres cultivos tradicionales más importantes.

Déficits y prioridades

Según se detalló en el Capítulo 3, una de las mejores estimaciones de la cobertura del acervo genético está disponible para el banano y el plátano. Es sabido que el ITC no cuenta con alrededor de 300 a 400 cultivares clave, que incluyen 20 plátanos de África, 50 *Callimusa* de Borneo, 20 a 30 *M.*

balbisiana y otros 20 tipos provenientes de China e India, 10 muestras de Myanmar, 40 tipos silvestres de Indonesia y Tailandia, y hasta 100 tipos silvestres del Pacífico.

Las especies silvestres representan alrededor del 7 por ciento de las colecciones, y las variedades mejoradas alcanzan aproximadamente el 19 por ciento²²². Aún se continúan describiendo especies silvestres y variedades nuevas que no están representadas adecuadamente en las colecciones. Las amenazas planteadas por la destrucción del hábitat y el reemplazo o la pérdida de los cultivares tradicionales intensifican la urgencia de llevar a cabo iniciativas de recolección y conservación. Existe la necesidad de obtener una mayor cantidad de material indexado por virus en las regiones²²³.

Duplicación de seguridad

Se realiza la duplicación de seguridad de las colecciones de campo con colecciones *in vitro*²²⁴.

Utilización

Es fundamental contar con una mejor información sobre descriptores y caracterización a fin de facilitar el uso del germoplasma del banano. Asimismo, el desarrollo y la implementación de protocolos de crioconservación para los ejemplares

de banano posibilitarían una mayor disponibilidad para su utilización²²⁵. Si bien los investigadores y los agricultores exigen diversidad, muchas colecciones nacionales y gran parte de las colecciones más importantes están infrautilizadas. Por ejemplo, el 70 por ciento de la colección del ITC no se ha solicitado y sigue sin utilizarse. Esto se debe, en parte, a la documentación inadecuada de las existencias²²⁶.

La mayoría de las colecciones nacionales intercambian germoplasma de manera regular u ocasional con el ITC, y desde su establecimiento, el ITC ha distribuido más de 60 000 muestras de germoplasma de 450 ejemplares a 88 países. Los ejemplares se proporcionan en forma gratuita, pero solo se ponen a disposición un máximo de cinco plantas por cada ejemplar. Algunas colecciones nacionales y regionales también realizan distribuciones a usuarios internacionales. La mayoría de las colecciones nacionales están directamente relacionadas con iniciativas de mejoramiento y muchas proporcionan material directamente a los agricultores²²⁷.

A4.3 Estado de la diversidad de los cultivos secundarios

A4.3.1 Estado de los recursos genéticos del mijo

Desde 1996, se ha producido solo un leve aumento en el rendimiento del mijo (Figura A4.1). Se cosechó mijo en una superficie cultivada de 35 millones de hectáreas con una producción mundial de 33 millones de toneladas (2008)²²⁸. Por lo general, los cultivos tienen doble propósito (consumo humano y pienso), y se trata de productos alimentarios de primera necesidad en África e India. En 2008, los mayores productores fueron India (32 por ciento de la producción mundial), Nigeria (25 por ciento), Níger (11 por ciento), China (5 por ciento), Burkina Faso (4 por ciento) y Malí (3 por ciento)²²⁹. El mijo incluye el mijo principal, el mijo perla (*Pennisetum* spp.) y mijos secundarios, como el mijo africano (*Eleusine coracana*), el mijo japonés (*Echinochloa frumentacea*), el mijo común o proso (*Panicum miliaceum*) y el mijo menor (*Setaria italica*).

Estado de la conservación ex situ

La colección mundial principal de mijo perla se encuentra en el ICRISAT y representa el 33 por ciento de las casi 65 400

muestras en los bancos de genes del mundo²³⁰. La ICGR-CAAS en China conserva el 56 por ciento de las casi 46 600 muestras de *Setaria* del mundo. National Bureau for Plant Genetic Resources de India conserva la colección más extensa de *Eleusine*, con el 27 por ciento de las casi 35 400 muestras a nivel mundial. National Institute of Agrobiological Sciences en Japón conserva la mayor colección de *Panicum*, con el 33 por ciento de las casi 17 600 muestras en los bancos de genes del mundo. El ICRISAT conserva 10 193 muestras de las seis especies de mijo pequeño²³¹.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Una serie de estudios e informes señalan una reducción en la diversidad de las variedades y razas nativas que cultivan los agricultores: las variedades tradicionales de mijo perla en Níger se redujeron a medida que los agricultores adoptaron variedades mejoradas²³²; la ausencia de un sistema de alerta temprana pone en riesgo la diversidad del cultivo autóctono del mijo²³³; la cantidad de razas nativas de mijo africano que se encuentran en cultivo actualmente, en comparación con la que se encontraba hace 10 años, demostró que se ha producido una grave erosión genética²³⁴; ha tenido lugar una desaparición progresiva de las razas nativas del mijo autóctono cultivado, como *Paspalum scrobiculatum*, *Setaria italica* y *Panicum miliare*²³⁵; el arroz está reemplazando al mijo²³⁶; y las variedades modernas de alto rendimiento de varias especies de mijo están reemplazando a las variedades tradicionales²³⁷.

Déficits y prioridades

Es necesaria la identificación de los déficits en las colecciones de germoplasma a fin de completar las colecciones y llevar a cabo una exploración directa en busca de muestras adicionales. En lo concerniente al mijo perla, la evaluación geográfica muestra déficits en Burkina Faso, Chad, Ghana, Malí, Mauritania y Nigeria.

Duplicación de seguridad

Se conservaron un total de 8 050 ejemplares de mijo perla como muestra de seguridad en el SGSV, Noruega, y las muestras restantes se transferirán en un futuro cercano. El ICRISAT ha propuesto depositar la colección completa de mijo pequeño en el SGSV y, hasta el momento, se han enviado 6 400 ejemplares²³⁸.

APÉNDICE 4

Documentación, caracterización y evaluación

Las bases de datos de pasaporte, caracterización, inventario y distribución para las colecciones de mijo perla y mijo pequeño se conservan en el ICRISAT²³⁹.

Utilización

A fin de optimizar la utilización del germoplasma de mijo perla, se han desarrollado colecciones²⁴⁰ y minicolecciones de referencia. Debido a su tamaño reducido, los conjuntos de colecciones y minicolecciones de referencia se han evaluado y caracterizado con precisión, y se han identificado ejemplares de rasgos específicos útiles para su uso en los programas de mejoramiento, a fin de desarrollar cultivares con una base genética amplia. En el ICRISAT se han constituido colecciones y minicolecciones de referencia del mijo africano y el mijo menor²⁴¹ y se ha identificado germoplasma de rasgos específicos para maduración temprana, alto rendimiento, contenido de Fe (hierro), Zn (zinc), Ca (calcio) y proteínas, y para la tolerancia a la sequía y la salinidad.

A4.3.2 Estado de los recursos genéticos de cultivos de raíces y tubérculos distintos de la yuca, la patata y el boniato

Desde 1996 hasta 2006, el rendimiento de las raíces y tubérculos distintos de los mencionados anteriormente (tratados en forma independiente) parecía haber aumentado; tras una caída en el rendimiento en 2007, se logró una recuperación parcial al año siguiente (Figura A4.2). En 2008, se cosecharon raíces y tubérculos, distintos de la yuca, la patata y el boniato²⁴², en una superficie cultivada de 8 millones de hectáreas con una producción mundial de 72 millones de toneladas²⁴³. Los siete mayores productores en 2008 fueron Nigeria (con el 56 por ciento de la producción mundial), Côte d'Ivoire (10 por ciento), Ghana y Etiopía (7 por ciento cada uno), y Benin, China y Camerún (con el 2 por ciento cada uno).

La colocasia (*Colocasia esculenta*) y el ñame (especie de *Dioscorea*) representan la mayor parte de esta serie de raíces y tubérculos. Otros son el olluco (*Ullucus tuberosus*), la yautía o yautí (*Xanthosoma sagittifolium*) y la colocasia gigante de los pantanos (*Cyrtosperma paeonifolius*), de importancia regional en los Andes, África occidental y Melanesia, respectivamente. En forma individual, todos estos son cultivos

secundarios si se los considera a escala mundial. Por consiguiente, la investigación sobre la diversidad, la biología básica y las relaciones entre las especies ha sido mínima. Gran parte de lo que se conoce se relaciona con la colocasia. Existen dos acervos genéticos primarios de la colocasia: las regiones de Asia sudoriental y el Pacífico sudoccidental²⁴⁴.

Estado de la conservación ex situ

Las colecciones de semillas no forman parte de ninguna de las estrategias de conservación de aráceas²⁴⁵. Respecto de la **colocasia**, la mayor parte de las colecciones son íntegramente colecciones de campo y casi no se utiliza la conservación *in vitro*. Además, se producen pérdidas, en especial debido a las enfermedades. Muchas colecciones se han perdido a lo largo de los años. El riesgo principal es el elevado costo de mantenimiento y los diversos factores adversos bióticos y abióticos²⁴⁶.

En muchos países del Pacífico y Asia sudoriental se han constituido colecciones de colocasia como parte de los proyectos de TaroGen y Taro Network for Southeast Asia and Oceania (TANSO), respectivamente. A partir de las 2 300 muestras (completas con datos de pasaporte y caracterización) de la TANSO, se seleccionó una colección de referencia de 168 según los datos morfológicos y de ADN como muestra representativa de la diversidad existente en la región²⁴⁷. TaroGen ha realizado un trabajo similar en el Pacífico y la colección de referencia regional se conserva *in vitro* en el Centro para los Cultivos y los Árboles en la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, Fiji.

También hay colecciones de colocasia en China e India que se han caracterizado morfológicamente, aunque no hay información molecular disponible y no se han establecido colecciones de referencia a partir de ellas²⁴⁸.

Según se ha informado, las existencias *ex situ* de colocasia a nivel mundial representan un total de aproximadamente 7 300 ejemplares²⁴⁹.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

En los últimos diez años, tanto la cantidad de variedades que utilizan los agricultores como las especies silvestres de colocasia se han reducido a nivel mundial, y los riesgos de enfermedades y el reemplazo de la producción por el boniato (en el Pacífico) son algunas de las causas de esta reducción en la diversidad de este cultivo en el mundo²⁵⁰. De manera similar, se han informado otras reducciones a nivel nacional. Se considera que

es probable que las especies de ñame silvestre desaparezcan pronto²⁵¹. La erosión de la diversidad del ñame está ocurriendo tanto en las superficies de cultivo tradicionales como en estado silvestre²⁵². La diversidad autóctona del yautí está en riesgo debido a la ausencia de un sistema de alerta temprana para evaluar la erosión genética²⁵³. La cadena de comercialización para algunos cultivos (p. ej., especies de *Colocasia* y *Xanthosoma*) aún no se ha desarrollado adecuadamente, y la subvaluación de las variedades de cultivos locales ha contribuido, en parte, a la pérdida de diversidad en dichos cultivos²⁵⁴. Un estudio realizado en varias regiones de Perú indica que la erosión genética aún continúa en las especies de cultivos oca, olluco y mashua, al igual que en algunas especies silvestres relacionadas²⁵⁵. La erosión genética se produce en las especies de ñame distintas de *Dioscorea alata* y yuca, y se atribuye a la aculturación, la industrialización y la deforestación²⁵⁶. En su informe de país, Papua Nueva Guinea afirma que todos los cultivos de raíces se ven amenazados debido a su reemplazo por el cultivo de arroz y por la pérdida de las creencias tradicionales. Específicamente, la colocasia se ve amenazada por el escarabajo de la colocasia, el ñame debido a la escasez de mano de obra y su reemplazo por el ñame africano, y la colocasia esculenta por la enfermedad de podredumbre de la raíz²⁵⁷. Las catástrofes climáticas pueden desempeñar una función importante en la pérdida de los cultivares. Antes de la llegada del huracán Iván en 2004, la isla de Granada era autosuficiente en lo que respecta a la producción de raíces y tubérculos, la cual se ha reducido considerablemente desde entonces²⁵⁸.

Déficits y prioridades

Es necesaria una colección adicional de CWR. Existen déficits en las colecciones para la representación de las especies silvestres de colocasia, en especial para la colocasia silvestre y la colocasia gigante de los pantanos²⁵⁹.

En muchas fuentes se señala la necesidad de financiar y organizar redes para los numerosos cultivos de raíces y tubérculos con el fin de garantizar un estudio eficiente y rentable, además de la conservación de estos diversos taxones, en especial debido a que algunos de ellos (por ejemplo, la colocasia) no están cubiertos por ningún centro del GCIAl.

Duplicación de seguridad

Existe una colección de referencia de colocasia con un proceso de duplicación adecuado. La única colección de colo-

casia gigante de los pantanos es una colección de campo que requiere duplicación (de preferencia, *in vitro*)²⁶⁰.

Documentación, caracterización y evaluación

Las principales bases de datos internacionales de germoplasma no incluyen aráceas comestibles y, en los casos en los que hay información disponible, suele estar desactualizada²⁶¹.

Utilización

El uso reducido de las colecciones de colocasia y otras colecciones de aráceas ha generado la vulnerabilidad de dichas colecciones. Se requiere una mejor coordinación entre los programas de mejoramiento y las colecciones. Los protocolos de crioconservación para la colocasia podrían mejorar la disponibilidad de germoplasma²⁶². Las colecciones de colocasia de la mayoría de los países no se utilizan actualmente en los programas de mejoramiento, lo cual las vuelve más vulnerables debido a los altos costos que implica su conservación. Únicamente en India, Papua Nueva Guinea y Vanuatu las colecciones de colocasia forman parte de los programas de mejoramiento de cultivos²⁶³.

Existe un interés considerable por investigar las CWR de varias raíces y tubérculos debido a su elevada diversidad alélica. Los marcadores que permitan la SAM son una cuestión prioritaria²⁶⁴.

Todos los países que cuentan con colecciones importantes distribuyen el germoplasma de colocasia de manera interna, aunque se trate de una cantidad modesta, pero no lo hacen en el exterior, a excepción de Vanuatu y la Secretaría del Centro para los Cultivos y los Árboles del Pacífico (CePaCT) en Fiji. Los investigadores (incluidos los mejoradores) son los destinatarios más comunes, más que los agricultores y el personal de extensión. La mayoría de los países presenta indicadores de que el germoplasma distribuido está en aumento²⁶⁵. Poner mayor atención a la semilla podría facilitar el uso de las colecciones, incluso directamente por parte de los agricultores.

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles

En todos los países donde se la cultiva, la **colocasia** desempeña una función importante para la seguridad alimentaria y nutricional. Es valiosa para la agricultura sostenible en las

APÉNDICE 4

áreas centrales y altas de Filipinas y Viet Nam. Además de ser un cultivo alimentario importante con un elevado valor cultural, la colocasia también es un cultivo comercial²⁶⁶.

La colocasia gigante de los pantanos desempeña una función importante para la seguridad alimentaria y nutricional de Melanesia y de los Estados Federados de Micronesia²⁶⁷.

En el caso de algunos cultivos (por ejemplo, *Colocasia* spp. y *Xanthosoma* spp.), hay mercados especializados que se pueden reforzar, lo que proporcionaría una fuente de ingresos para los grupos vulnerables, como las mujeres²⁶⁸.

A4.3.3 Estado de los recursos genéticos de las leguminosas distintas de *Phaseolus*

Desde 1996, el rendimiento de las leguminosas distintas de la especie *Phaseolus* fue bastante estable a lo largo de los años (Figura A4.3). En 2008, se cosecharon leguminosas²⁶⁹, sin incluir la especie *Phaseolus*, en una superficie cultivada de 46 millones de hectáreas con una producción mundial de 41 millones de toneladas²⁷⁰. Los diez mayores productores en 2008 fueron India (con el 28 por ciento de la producción mundial), Canadá (12 por ciento), Nigeria (7 por ciento), China (6 por ciento), la Federación de Rusia, Etiopía y Australia (4 por ciento cada uno), y Níger, Turquía y Myanmar (con el 3 por ciento cada uno).

La lenteja (*Lens culinaris*) es uno de los cultivos básicos de la agricultura. Se domesticó aproximadamente en la misma época que el trigo y la cebada en el Creciente Fértil, desde la Jordania actual hacia el norte hasta Turquía y el sudeste hasta la República Islámica del Irán. Una parte sustancial de la producción mundial de lentejas aún se concentra en esta región. No obstante, los principales productores de lentejas son India y Canadá. El progenitor de la lenteja se identifica como la subespecie silvestre *L. culinaris* subesp. *orientalis*, cuya apariencia es similar a la de una lenteja cultivada en miniatura con vainas que se abren inmediatamente después de la maduración. La selección realizada por los primeros agricultores alrededor del año 7000 a.C. dio lugar a especies cultivadas con vainas indehiscentes y semillas no latentes, de hábito más erecto, y con un aumento considerable en el tamaño de la semilla y variaciones en el color. El cultivo ha generado una amplia gama de variedades adaptadas a las diversas zonas de cultivo y preferencias culturales, e incluye composiciones nutricionales, colores, formas y sabores que lo caracterizan²⁷¹.

Los taxones presentes en *L. culinaris* componen el acervo genético primario de la lenteja. Las otras tres especies en el género constituyen los acervos genéticos secundario y terciario. Las cuatro especies son diploides ($2n = 14$), anuales y de autopolinización con una baja frecuencia de cruzamiento lejano²⁷².

El género *Cicer* comprende 42 especies silvestres y una especie cultivada, el garbanzo (*Cicer arietinum*). El garbanzo es un cultivo de una importancia relativamente reducida en el mercado mundial, aunque es extremadamente importante para el comercio local en numerosas regiones comprendidas dentro de los trópicos y los subtropicos. En Turquía sudoriental, se han descubierto poblaciones de lo que se clasificó en términos botánicos como una especie diferente de *C. arietinum*, que se denominó *C. reticulatum*. Sin embargo, se pueden realizar cruzamientos fértiles con el garbanzo domesticado y son morfológicamente similares a este. Asimismo, posiblemente representen formas silvestres de las especies del cultivo. Esto podría indicar que el garbanzo se domesticó en la Turquía actual o en el área septentrional de Iraq o la República Árabe Siria²⁷³.

El acervo genético primario del garbanzo está compuesto por variedades, razas nativas, *C. reticulatum* y *C. chinosperrum*. Una de las especies que compone el acervo genético secundario es *C. bijugum*, que se considera prioritaria en cuanto a la recolección²⁷⁴.

Vicia es un género extenso de entre 140 y 190 especies, que se encuentra principalmente en Europa, Asia y América del Norte, y que se extiende a los climas templados de América del Sur y los climas tropicales de África oriental. La diversidad principal del género se concentra en el Cercano Oriente y Oriente Medio, con un porcentaje elevado de especies en la región florística de Irán y Turán. Los seres humanos han utilizado aproximadamente 34 de las especies. *V. faba* (haba) se cultiva principalmente por sus semillas comestibles, mientras que algunas de las demás especies (*V. sativa*, *V. ervilia*, *V. articulata*, *V. narbonensis*, *V. villosa*, *V. benghalensis* y *V. pannonica*) se cultivan como forraje o leguminosa de grano para el ganado o para el mejoramiento del suelo²⁷⁵.

Se desconoce el progenitor silvestre y el origen exacto de la haba. En la práctica, se ha observado una variación continua en la mayoría de los rasgos morfológicos y químicos de la especie *V. faba*, lo cual dificulta la diferenciación específica de las variedades²⁷⁶.

El género de guija *Lathyrus* comprende alrededor de 160 especies, principalmente autóctonas de las regiones templadas del mundo, con aproximadamente 52 especies originadas en Europa, 30 en América del Norte, 78 en Asia, 24

en los climas tropicales de África oriental y 24 en los climas templados de América del Sur. Cinco especies de *Lathyrus* se cultivan como una leguminosa; es decir, se cosechan como una semilla seca para consumo humano: *L. sativus*, *L. cicera*, *L. ochrus* y, en menor medida, *L. clymenum*. Otra especie que en ocasiones se cultiva para consumo humano, pero por sus tubérculos comestibles más que por su semilla, es *L. tuberosus*, conocida como guija tuberosa²⁷⁷.

El guandú (*Cajanus cajan*), originado en India, es un importante cultivo de leguminosa de grano de los trópicos y subtropicales. Se cultiva en aproximadamente 87 países ubicados entre las latitudes 30° N y 30° S, con 4,89 millones de hectáreas cosechadas en 2008²⁷⁸. Tiene una gran capacidad de adaptación a los diferentes climas y se cultiva principalmente para usos múltiples. India es el mayor productor (75 por ciento de la producción total en 2008)²⁷⁹. El guandú es la única especie cultivada del género *Cajanus*, y las 31 especies restantes son silvestres. Se considera que *Cajanus cajanifolius* es el progenitor de las especies de guandú cultivadas.

Estado de la conservación in situ

Si bien las especies *Cicer* perennes se deben recolectar antes de erradicarlas, su regeneración plantea numerosos problemas. Lo ideal sería desarrollar estrategias de conservación *in situ* para estos taxones²⁸⁰.

Según se informó en la estrategia de conservación de *Vicia faba* del GCDT, se recomienda la creación de medidas de conservación *in situ* para los miembros de *Vicia* subgénero *Vicia* en la región del Mediterráneo oriental, en especial en Iraq, Israel, el Líbano, la República Árabe Siria, las Repúblicas del Cáucaso, la República Islámica del Irán y Turquía, con sitios objetivo que abarquen las distintas preferencias ecogeográficas de cada taxón. Se demostró que las especies con mayor riesgo de extinción del subgénero se limitaban a Israel, el Líbano, la República Árabe Siria y Turquía; la mayor concentración de taxones potencialmente amenazados se encuentra en la República Árabe Siria²⁸¹.

Estado de la conservación ex situ

La colección de lentejas que conserva el ICARDA es la única a nivel internacional. Además, es la mayor colección de germoplasma de lenteja, ya que representa el 19 por ciento de todas las colecciones del mundo (58 405 ejemplares)²⁸². Hay 43 colecciones más a nivel nacional que conservan más de 100 ejem-

plares cada una²⁸³. La mayoría de los ejemplares de estas colecciones son razas nativas recolectadas en más de 70 países²⁸⁴.

De manera similar, la colección de habas que conserva el ICARDA es la única a nivel internacional. Además, es la mayor colección de germoplasma de habas, ya que representa el 21 por ciento de todas las colecciones del mundo (43 695 ejemplares)²⁸⁵. Hay 53 colecciones más a nivel nacional que conservan más de 100 ejemplares cada una²⁸⁶. La mayoría de los ejemplares de estas colecciones son razas nativas originadas en más de 80 países²⁸⁷.

Las dos colecciones de garbanzos a nivel mundial (ICRISAT e ICARDA) poseen alrededor del 33 por ciento de todas las colecciones del mundo (98 313 ejemplares). Hay 48 colecciones más a nivel nacional con más de 100 ejemplares cada una. Gran parte de los ejemplares de la mayoría de estas colecciones son razas nativas de más de 75 países²⁸⁸. Si bien las existencias de las especies silvestres de *Cicer* son pocas en comparación con la cantidad de especies cultivadas de *C. arietinum*²⁸⁹, son potencialmente muy importantes para la investigación y el mejoramiento de los cultivos.

La colección de guija que conserva el ICARDA es la única a nivel internacional. Además, es la segunda colección más grande de germoplasma de guija, ya que representa el 12 por ciento de todas las colecciones del mundo (26 066 ejemplares). Estas comprenden algunas colecciones grandes y varias colecciones pequeñas, pero importantes, con una gran proporción de muestras autóctonas²⁹⁰. La colección que se conserva en Francia es la más grande. Hay alrededor de 62 colecciones más a nivel nacional con una cantidad de ejemplares que supera los 50; las razas nativas y los materiales silvestres comprenden la mayoría de los ejemplares, originados en aproximadamente 90 países²⁹¹.

Según los informes, la mayoría de las colecciones de garbanzo, guija, haba y lentejas disponen de condiciones de almacenamiento a largo plazo. Sin embargo, no existe garantía alguna de que se haya comprendido o utilizado un criterio uniforme para definir el concepto "a largo plazo" en los informes mencionados. De manera similar, para informar las evaluaciones de la necesidad de regeneración no se utilizaron necesariamente protocolos ni mediciones estándares de la viabilidad de las semillas. Es probable que para muchas colecciones, la seguridad del almacenamiento a largo plazo, la regeneración y la multiplicación representen limitaciones considerables para la seguridad de las muestras, en especial en el caso de los ejemplares perennes, silvestres y de cruzamiento lejano^{292, 293, 294, 295}.

APÉNDICE 4

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Los informes de países documentaron una gran variedad de inquietudes y mediciones en cuanto a la pérdida o reducción de los genotipos de varios cultivos de grano:

- Se observa erosión genética en los siguientes cultivos: *Hedysarum humile*, garbanzos, guisantes, altramuz y lentejas; en el caso de los taxones endémicos silvestres, no se presta atención a los diversos biotipos²⁹⁶.
- La diversidad autóctona del guisante de tierra se encuentra en riesgo porque no hay un sistema de advertencia temprana para evaluar la erosión genética²⁹⁷.
- Se llevaron a cabo estudios exhaustivos sobre la arveja de vaca para cuantificar el nivel de erosión genética. A juzgar por la cantidad de razas nativas que se encuentran en cultivo actualmente, y en comparación con la que se encontraba hace 10 años, se ha producido una grave erosión genética²⁹⁸.
- Las legumbres para alimentación se encuentran en riesgo debido a las sequías, al uso cada vez mayor de nuevas variedades comerciales, y a ciertas plagas y patógenos específicos de los cultivos²⁹⁹.
- En Zimbabwe, las sequías recurrentes, en especial durante la campaña agrícola de 2002, y las inundaciones ocasionadas por los ciclones han generado pérdidas sustanciales de diversidad vegetal *in situ*. En la mayoría de los casos, los programas de recuperación ante desastres liderados por el Gobierno se han centrado, principalmente, en el suministro de semillas híbridas de arvejas de vaca, frijoles y cacahuets, y en la provisión de fertilizantes. No se registran intentos por restaurar las razas nativas ni otros tipos de diversidad fitogenética en las áreas afectadas, lo cual sugiere que el material perdido no se recuperó³⁰⁰.
- En Nepal, se observa una desaparición progresiva de razas nativas de arveja de vaca y especies cultivadas autóctonas, como *Vigna angularis* y *Lathyrus sativus*³⁰¹.
- En los últimos años, se ha observado la pérdida de diversas razas y cultivares locales de garbanzo, lentejas, frijol mungo y frangollo en los campos agrícolas³⁰².
- Se observa erosión genética en el frijol mungo, el poroto tape y la arveja de vaca³⁰³.

Déficits y prioridades

En el caso de las **lentejas**, las razas nativas de Marruecos y China, y las especies silvestres, en particular de Turquía sudo-

oriental, no se encuentran bien representadas en las colecciones. Existen déficits en las colecciones de **garbanzos** de Asia central y Etiopía, y hay relativamente pocos ejemplares de afines silvestres recolectados, en particular del acervo genético secundario. En cuanto a la **haba**, se han identificado varios déficits geográficos que incluyen razas nativas y variedades locales de África del norte, los oasis egipcios, América del Sur y China. La subespecie de semilla pequeña, *V. faba* subsp. *paucijuga*, también está infrarrepresentada en las colecciones, y existen déficits en rasgos, especialmente en lo relativo a la tolerancia al calor. Los déficits geográficos de la **guija** incluyen la costa rusa del Mar Negro y la región del Volga-Kama, la zona kurda del Iraq, el nordeste y este de India, las áreas de gran altitud de Etiopía, el nordeste y centro de Afganistán, y las regiones de Andalucía y Murcia en España. Una consideración importante sobre numerosas colecciones de legumbres es también la necesidad de recolectar y conservar muestras de rizobios. Este es, en particular, el caso de las especies silvestres leguminosas, pero las colecciones de rizobios son poco frecuentes (ver también el Capítulo 3)^{304, 305, 306, 307}.

Es necesario regenerar el garbanzo, la guija, las lentejas y las especies silvestres de guandú³⁰⁸.

Las muestras de razas nativas de lenteja en Marruecos y China podrían ser insuficientes y, por lo tanto, estar mal representadas en las colecciones de germoplasma³⁰⁹.

Las razas nativas de garbanzo de la región Hindu Kush del Himalaya, el oeste y norte de China, Etiopía, Uzbekistán, Armenia y Georgia se encuentran mal representadas en las colecciones. La colección mundial abarca una parte muy pequeña de la distribución silvestre del género *Cicer*, por lo cual los ejemplares de las colecciones *ex situ* representan solo una fracción de la potencial diversidad disponible en las poblaciones silvestres³¹⁰.

Las muestras de las especies relacionadas con el garbanzo y las lentejas son escasas en las colecciones desde el punto de vista geográfico. Las especies relacionadas con la guija son poco conocidas. Además, la recolección de CWR de guija y guandú no se realiza de manera apropiada³¹¹.

La investigación de los protocolos de regeneración y conservación de las especies silvestres de garbanzo y lentejas es una de las mayores prioridades^{312, 313}.

Duplicación de seguridad

Es evidente que la duplicación de varias colecciones importantes de lentejas, habas, garbanzos y guija no se lleva a cabo

de manera adecuada y, por consiguiente, se encuentran en riesgo. La duplicación de seguridad requiere un acuerdo formal. El hecho de que un ejemplar esté presente en otra colección no significa que se haya realizado una duplicación de seguridad de dicho ejemplar en condiciones de conservación a largo plazo. Como mínimo, todos los materiales únicos deberían duplicarse por razones de seguridad, de preferencia en otro país. La entrega de muestras de seguridad al SGSV ya se ha puesto en marcha, en especial por parte de las colecciones mundiales (p. ej., las disponibles en el ICARDA y el ICRISAT)^{314, 315, 316, 317}. Por ejemplo, el ICRISAT ya ha entregado 5 000 de sus 13 289 muestras de guandú al SGSV³¹⁸.

Documentación, caracterización y evaluación

Aún no es posible acceder por Internet a algunas bases de datos de garbanzos y lentejas. Es necesario crear un registro mundial para cada una de estas especies y brindar capacitación sobre el proceso de documentación. Solo una minoría de las bases de datos de la guija se puede consultar por Internet, pero hay disponible un sistema de información mundial sobre *Lathyrus* gestionado por Bioversity y el ICARDA³¹⁹.

Varios ejemplares de garbanzo y lentejas aún no se han caracterizado ni evaluado, y solo un porcentaje muy pequeño de los datos disponibles se puede consultar de manera electrónica^{320, 321}.

La información que actualmente se posee sobre las muestras de *Vicia faba* en las colecciones, con frecuencia, está fragmentada y no es fácil acceder a ella desde fuera de la institución. En general, es necesario reforzar los sistemas de información de los bancos de genes. Se requiere asesoramiento técnico para los sistemas de información³²².

Utilización

Las CWR de garbanzo se han utilizado como fuentes de resistencia en los programas de mejoramiento. Las CWR de lenteja se han utilizado en los programas de mejoramiento para ampliar la base genética y proporcionar genes con rasgos de tolerancia y resistencia. Las variedades silvestres afines a las plantas cultivadas de guandú son fuentes de resistencia y proteínas³²³.

Los recursos genéticos de las lentejas, las habas y el guandú están infrautilizados debido a las deficiencias en los datos de los ejemplares; el nivel subóptimo de disponibilidad y accesibilidad; la falta de creación de colecciones de referencia y de actividades de preselección, y otras ta-

reas que añaden valor a los bancos de genes; y la escasez de relaciones de colaboración con las comunidades de usuarios^{324, 325, 326}. Sin embargo, se han establecido una colección de referencia (10 por ciento de toda la colección del ICRISAT) y una minicolección de referencia (10 por ciento de la colección de referencia) para el garbanzo³²⁷, y una colección y minicolección de referencia para el guandú³²⁸.

La mayoría de las colecciones nacionales de haba parece distribuirse casi por completo a los usuarios domésticos³²⁹.

Lograr un rendimiento mayor y más estable son los objetivos clave del mejoramiento del garbanzo. Algunos de los afines silvestres se han utilizado en programas de mejoramiento. Además, se ha incorporado la resistencia a los factores adversos abióticos y bióticos en el cultivo de *Cicer reticulatum* y *C. echinospermum*, los afines silvestres más cercanos al garbanzo³³⁰.

Los factores que limitan la utilización del germoplasma del garbanzo y la lenteja son la deficiencia de los datos (y del acceso a los datos) sobre los ejemplares, la falta de actividades de preselección y la escasez de relaciones de colaboración. De manera similar, la falta de información sobre los ejemplares constituye una limitación para el germoplasma de guija. En el caso del germoplasma de guandú, entre las restricciones se pueden mencionar los datos inadecuados sobre los ejemplares, la dificultad para utilizar CWR, la contaminación genética en las colecciones, la ausencia de rasgos de resistencia a enfermedades y plagas, y la poca interacción entre los mejoradores y los encargados de las colecciones³³¹.

En todo el mundo, son relativamente pocas las iniciativas de mejora genética de la guija. Hay vigentes algunos programas de relevancia cuyo objetivo es mejorar el rendimiento, la resistencia a los factores adversos bióticos y abióticos y, más importante aún, reducir el porcentaje de, o bien idealmente eliminar, la neurotoxina de la semilla. Sin embargo, los cultivos y las razas nativas locales se están perdiendo a medida que los agricultores cambian los cultivos tradicionales por los alternativos, lo cual potencialmente limita el avance que se podría lograr mediante el mejoramiento genético³³².

Función del cultivo en los sistemas de producción sostenibles y orgánicos

El **garbanzo** se cultiva y consume en grandes cantidades en las regiones que van desde Asia sudoriental y el subcontinente indio hasta los países del Oriente Medio y el Mediterráneo, y desempeña una importante función desde el punto de vista cultural y nutricional. Más del 95 por ciento de la producción y el consumo

APÉNDICE 4

de garbanzo se da en los países en desarrollo. Este cultivo obtiene hasta el 80 por ciento del nitrógeno requerido mediante la fijación simbiótica del nitrógeno, y puede tomar del aire y fijar hasta 140 kg de nitrógeno por hectárea por temporada³³³.

Las plantas de lenteja proporcionan una serie de funciones además de ser fuentes de alimentos para el consumo humano. La paja de lenteja es una importante forrajera para los pequeños rumiantes en la región de Oriente Medio y África del norte. Por medio de la retención de nitrógeno, la planta mejora la fertilidad del suelo y, por consiguiente, aumenta la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola³³⁴.

El guandú tiene una gran capacidad de adaptación a los diversos climas y suelos. Cerca del 92 por ciento del cultivo de guandú se lleva a cabo en los países en desarrollo. Esto se debe a sus múltiples usos como alimento, forrajera, leña, seto, rompe viento, planta fijadora del terreno y enriquecedora del suelo. También se utiliza como abono verde, para fabricar techos de paja y para criar insectos de la laca en Malawi, la República Unida de Tanzania y Zambia, en África. Además, se utiliza en varios sistemas de cultivo, por lo que desempeña una importante función en los sistemas de producción sostenibles³³⁵.

Debido a la tolerancia extrema de la guija a las condiciones ambientales difíciles, incluidas las sequías y los anegamientos, con frecuencia este cultivo logra sobrevivir cuando otros cultivos quedan totalmente diezmados. Sin embargo, en épocas en las que las condiciones son particularmente hostiles, el consumo humano de este alimento de supervivencia puede aumentar debido a la ausencia de otras alternativas viables, en especial entre la población rural más pobre. Esta situación puede causar un grave riesgo de que el consumidor sufra un desorden neurológico, el latirismo, originado por la presencia de una neurotoxina en la semilla. La toxicidad produce un parálisis irreversible, caracterizada por la debilidad en los miembros inferiores, o bien por la incapacidad de moverlos. Es especialmente frecuente en algunas áreas de Bangladesh, Etiopía, India y Nepal, y afecta a más hombres que mujeres³³⁶.

La guija es importante a nivel local para los más pobres entre los pobres en muchos de los agroambientes más hostiles, en especial en Asia meridional y Etiopía³³⁷.

A4.3.4 Estado de los recursos genéticos de la uva

Entre 1996 y 2004, el rendimiento de las uvas (*Vitis*) aumentó. Desde entonces, se ha mantenido constante (Figura

A4.5). En 2008, se cosecharon uvas en una superficie cultivada de 7 millones de hectáreas con una producción mundial de 68 millones de toneladas³³⁸. Los cinco mayores productores de uvas en 2008 fueron Italia (12 por ciento de la producción mundial), China (11 por ciento), Estados Unidos de América y España (9 por ciento) y Francia (8 por ciento).

Estado de la conservación in situ

Los informes de países aportaron poca información sobre las cantidades reales de variedades tradicionales que se mantienen en los campos de los agricultores. En Georgia, todavía se cultivan 525 variedades autóctonas de uvas en el campo montañoso y en las aldeas aisladas³³⁹, mientras que en los Cárpatos occidentales de Rumania se identificaron más de 200 razas nativas de cultivos locales³⁴⁰.

Estado de la conservación ex situ

Aproximadamente 59 600 ejemplares de *Vitis* se conservan en los bancos de genes mundiales. Los seis más grandes conservan, cada uno, entre el 9 y el 4 por ciento del total de los ejemplares³⁴¹. El proyecto de ordenación y conservación de los recursos genéticos de la vid, financiado en el marco del Reglamento (CE) N.º 870/2004 del Consejo de la Unión Europea y válido por cuatro años (2007-2010), tiene por objetivo la promoción de un esquema optimizado para la conservación segura del germoplasma de *Vitis*, incluida la *V. sylvestris* que actualmente se encuentra en peligro de extinción local, y la utilización de diversos medios de conservación (colecciones *ex situ*, crioconservación, conservación en la explotación) con el propósito de conservar los recursos, ponerlos a disposición de los usuarios y realizar ensayos sobre el terreno en un contexto agrícola pertinente³⁴².

Se han establecido colecciones de campo para los 70 cultivos de vid autóctonos más importantes de Portugal³⁴³. Además, es posible encontrar colecciones de campo de cultivos locales en Albania, Alemania, Armenia, Azerbaiyán, Bulgaria, Croacia, la Federación de Rusia, Francia, Georgia, Italia, Montenegro, la República de Moldova, la ex República Yugoslava de Macedonia, Serbia y Ucrania³⁴⁴. La conservación de recursos genéticos de la vid se ha promocionado desde 2003 en el Cáucaso y la zona norte del Mar Negro, bajo la coordinación del IPGRI (ahora Bioversity International). Se han establecido nuevas colecciones de variedades locales en Armenia, Azerbaiyán, la Federación de Rusia y Georgia³⁴⁵.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Aún se utilizan variedades de vid tradicionales. Sin embargo, la cantidad de variedades utilizadas a gran escala se ha reducido considerablemente³⁴⁶. El cultivo de la vid tradicional se ve amenazado por la erosión genética en Portugal³⁴⁷. El Grupo de trabajo sobre la *Vitis* del Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas (ECPGR) expresó su gran preocupación por la erosión genética de la diversidad clonal y la variabilidad de la vid. Las causas de la erosión identificadas son las siguientes³⁴⁸:

- El aumento del comercio internacional.
- La prevalencia de una pequeña cantidad de variedades en varios países.
- El predominio de unos pocos clones de cada una de las variedades.
- La disminución de la superficie dedicada a la viticultura, en especial en aquellos sitios particularmente ricos en biodiversidad.
- Leyes restrictivas que no permiten la utilización de variedades tradicionales para la plantación y la comercialización.

También se recomendó que cada país debería mantener sus propias variedades tradicionales en colecciones ampelográficas nacionales o regionales, y proteger la *V. sylvestris in situ*, además de esforzarse por preservar la variabilidad clonal en la medida de lo posible.

Documentación, caracterización y evaluación

Las entidades JKI e Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof, Siebeldingen (Alemania), han mantenido la base de datos europea de *Vitis* desde 2007. El propósito de la base de datos es mejorar la utilización del germoplasma relevante y sumamente valioso en el proceso de mejoramiento. La base de datos contiene datos de pasaporte de más de 31 000 muestras que representan 31 colecciones de *Vitis* procedentes de 21 países europeos. Los datos de caracterización y evaluación sobre fenología, rendimiento, calidad y factores adversos bióticos también están disponibles para aproximadamente 1 500 ejemplares³⁴⁹.

Utilización

El proyecto GrapeGen06 (2007-2010), financiado por la Unión Europea, respalda aquellas iniciativas que tienen por objetivo mejorar el acceso a los recursos genéticos

diversificados de la uva y promover el mejoramiento de variedades, sabores, productos y marcas. Al mismo tiempo, limita el impacto ambiental del cultivo de la uva ya que promueve una utilización reducida de plaguicidas. El proyecto se está llevando a cabo en colaboración con viticultores y organizaciones profesionales. Además, avala la caracterización de los recursos genéticos de la uva, algunos de los cuales, en la actualidad, no se tienen en cuenta, se encuentran en riesgo o están subexplotados³⁵⁰.

A4.3.5 Estado de los recursos genéticos de la nuez de árbol

Desde 1996, el rendimiento de las nueces de árbol ha crecido en forma moderada (Figura A4.5)³⁵¹. En 2008, se cosecharon nueces de árbol en una superficie cultivada de 9 millones de hectáreas con una producción mundial de 11 millones de toneladas³⁵². Los seis mayores productores en 2008 fueron Estados Unidos de América (con el 15 por ciento de la producción mundial), China (14 por ciento), Turquía y Viet Nam (11 por ciento), e India y Nigeria (6 por ciento cada uno). China produjo la colección más diversa de este vasto grupo de nueces de árbol con 6 de las 8, Estados Unidos de América, Italia y Turquía produjeron 5 cada uno, y la República Islámica del Irán y Pakistán produjeron 4 cada uno.

Estado de la conservación ex situ

- Anacardo (*Anacardium occidentale*): se conservan alrededor de 9 800 muestras en los bancos de genes mundiales, de las cuales el 35 por ciento se mantiene en Ghana, el 9 por ciento en India, el 8 por ciento en Tailandia y cerca del 6 por ciento en Brasil y Nigeria³⁵³.
- Almendras (bajo el sinónimo de *Prunus amygdalus*, *P. dulcis* y *Amygdalus communis*): se conservan alrededor de 3 000 muestras en el mundo. Las colecciones principales se encuentran en Italia, la República Islámica del Irán y Turquía³⁵⁴.
- Avellanas (especie de *Corylus*): se conservan alrededor de 3 000 muestras en todo el mundo, de las cuales el 28 por ciento se mantiene en Estados Unidos de América y el 14 por ciento en Turquía³⁵⁵.
- Pistacho (*Pistacia vera*): se conservan alrededor de 1 200 muestras en las colecciones mundiales, de las cuales el 29 por ciento se encuentra en la República Islámica del Irán y el 26 por ciento en Estados Unidos de América³⁵⁶.
- Castañas (*Castanea sativa*): se conservan alrededor de 1

APÉNDICE 4

600 muestras en todo el mundo, de las cuales el 75 por ciento se mantiene en España, Francia, Italia y Japón³⁵⁷.

- Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*): solo alrededor de 50 muestras se mantienen en los bancos de genes mundiales, principalmente en Brasil³⁵⁸.

Documentación, caracterización y evaluación

El Proyecto GEN RES 68 financiado por la Unión Europea para la salvaguarda de los recursos genéticos de la avellana y la almendra (SAFENUT) (2007-2010) garantiza la adquisición de datos de la diversidad genética presente en la cuenca del Mediterráneo europeo, las colecciones de *Corylus avellana* y *Prunus dulci in situ* y *ex situ*, y la caracterización de genotipos interesantes, con especial atención a los aspectos nutricionales y nutricéuticos de las nueces³⁵⁹. La documentación de los ejemplares europeos de almendras fue parte del proyecto GEN RES 61 financiado por la Unión Europea sobre el *Prunus* (Red internacional sobre los recursos genéticos del *Prunus* [1996-99]). Se preparó una base de datos europea sobre *Prunus* (EPDB), que incluye datos de pasaporte, caracterización y evaluación³⁶⁰.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

En Georgia, los brabeyos están amenazados debido al reemplazo por las variedades nuevas³⁶¹.

En el valle del Becá en el Líbano, todos los huertos comerciales de almendras cuentan con una o dos variedades de floración temprana, por lo cual son vulnerables a los daños causados por las heladas de primavera. Esto explica la disminución que se ha observado en la producción nacional de almendras en determinados años³⁶².

A4.3.6 Estado de los recursos genéticos de las hortalizas y los melones

Entre 1996 y 2002, el rendimiento de las hortalizas y los melones aumentó levemente. Desde entonces, ha sido bastante constante (Figura A4.5)³⁶³. En 2008, se cosecharon hortalizas y melones en una superficie cultivada de 54 millones de hectáreas con una producción mundial de 916 millones de toneladas³⁶⁴. Los seis mayores productores en 2008 fueron China (50 por ciento de la producción mundial), India (9 por ciento), Estados Unidos de América (4 por ciento), Turquía (3 por ciento), y la Federación de Rusia y la República Islámica del Irán (2 por ciento cada una). China produjo

la colección más diversa de este vasto grupo de hortalizas y melones con 24 de los 25, Estados Unidos de América produjo 23, Turquía, España y México produjeron 20 cada uno, Japón produjo 19 e Italia 18. Las ocho hortalizas que más se produjeron en 2008 fueron los tomates (bajo el sinónimo de *Lycopersicon esculentum*, *Solanum lycopersicum*, etc.) con el 14 por ciento de la producción total dentro del grupo de hortalizas y melones, seguidos por las sandías (*Citrullus lanatus*) con el 11 por ciento, las coles y otras brasicáceas (*Brassica* spp.) con el 8 por ciento, las cebollas secas (*Allium cepa*) con el 7 por ciento, los pepinos y pepinillos (*Cucumis sativus*) con el 5 por ciento, las berenjenas (*Solanum melongena*) con el 4 por ciento, y otros melones, que incluyen el melón cantalupo (*Cucumis* spp.) y los pimientos (*Capsicum* spp.) con el 3 por ciento cada uno.

Estado de la conservación ex situ

En todo el mundo, se conserva aproximadamente medio millón de muestras de cultivos de hortalizas *ex situ*³⁶⁵. Las razas nativas y los cultivares avanzados y tradicionales representan cerca del 36 por ciento de las existencias totales, los materiales silvestres alrededor del 5 por ciento y el material genético el 8 por ciento. El AVRDC posee cerca de 57 000 muestras de germoplasma vegetal, e incluye algunas de las colecciones de hortalizas más grandes del mundo. Cerca del 35 por ciento del total de las muestras vegetales se conservan en los bancos de genes nacionales de nueve países³⁶⁶.

- Tomate: alrededor de 84 000 muestras se conservan en bancos de genes de todo el mundo, de las cuales el 19 por ciento son cultivares avanzados, el 17 por ciento razas nativas y cultivares antiguos, el 18 por ciento materiales genéticos y de investigación, y el 4 por ciento CWR. Las dos colecciones de tomate más grandes se encuentran en el AVRDC (cerca del 9 por ciento de todas las colecciones mundiales) y en la USDA Northeast Regional Plant Introduction Station (8 por ciento)³⁶⁷.
- Pimiento (*Capsicum* spp.): las existencias mundiales de pimientos representan aproximadamente 73 500 muestras de más de 30 especies *Capsicum*. La seis colecciones más grandes de *Capsicum* se encuentran en el AVRDC (cerca del 11 por ciento de todas las colecciones mundiales), la USDA Southern Regional Plant Introduction Station y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en México (6 por ciento cada uno), la NBPR en India (5 por ciento), el Instituto Agronómico de

Campinas en Brasil y National Institute of Agrobiological Sciences (NIAS) en Japón (3 por ciento cada uno)³⁶⁸.

- Melón cantalupo (*Cucumis* spp.): en todo el mundo, se conservan alrededor de 44 300 muestras, de las cuales el 3 por ciento son afines silvestres. El *C. melo* está representado por el 52 por ciento de los ejemplares totales y el *C. sativum* por el 38 por ciento. Las seis colecciones más grandes se conservan en Estados Unidos de América, Japón, la Federación de Rusia, China, Brasil y Kazajstán³⁶⁹.
- *Cucurbita* spp.: las muestras de este género totalizan 39 583, de las cuales 9 867 son *C. moschata*, 8 153 son *C. pepo* y 5 761 son *C. maxima*. Las colecciones más grandes de este género se conservan en N.I. Vavilov Research Institute of Plant Industry (VIR) en la Federación de Rusia (15 por ciento de la colección mundial total), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (7 por ciento) y el Centro Nacional de Pesquisas de Recursos Genéticos e Biotecnología (CENARGEN) en Brasil (5 por ciento). Las CWR están relativamente mal representadas, ya que constituyen solo el 2 por ciento del total de germoplasma de *Cucurbita ex situ*³⁷⁰.
- *Allium* spp.: se conservan alrededor de 30 000 muestras *ex situ*. Las cebollas (*A. cepa*) están representadas por 15 326 muestras y el ajo (*A. sativum*) por 5 043 muestras. Además, se conservan más de 200 muestras adicionales de la especie *Allium*. Las CWR están bien representadas en las colecciones de Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research de Leibniz, Alemania y en Millennium Seed Bank Project del Real Jardín Botánico del Reino Unido³⁷¹.
- Berenjena (*Solanum melongena*): en total, las colecciones mundiales suman alrededor de 21 000 muestras. Las tres colecciones más grandes, con más de 1 000 ejemplares cada una, se encuentran en la NBPGR en India, el AVRDC y el NIAS en Japón. En conjunto, representan el 35 por ciento del total de las existencias *ex situ*. Las CWR representan el 11 por ciento de las muestras totales³⁷².
- Sandía (*Citrullus lanatus*): la colección mundial está constituida por más de 15 000 muestras, de las cuales el 42 por ciento se conserva en la Federación de Rusia, China, Israel y Estados Unidos de América³⁷³.
- Zanahoria (*Daucus carota*): se conservan alrededor de 8 300 muestras de las 19 especies *Daucus* en todo el mundo. Las tres colecciones más grandes, con más de 1 000 muestras cada una, se encuentran en North Central Regional Plant Introduction Station del USDA

(14 por ciento del total de muestras), Horticultural Research International de la Universidad de Warwick en el Reino Unido (13 por ciento) y en VIR en la Federación de Rusia (12 por ciento). Las CWR representan el 14 por ciento de las muestras totales³⁷⁴.

Erosión y vulnerabilidad genéticas

Varios países manifestaron su preocupación por la diversidad de distintas hortalizas:

- En Madagascar, varios cultivos de hortalizas (zanahoria, nabo, berenjena, cebolla y coliflor) se encuentran en riesgo debido a las nuevas variedades comerciales (Informe de país de Madagascar)³⁷⁵.
- En Trinidad y Tabago, se observa la pérdida de diversidad en los cultivos de hortalizas³⁷⁶.
- En Nepal, se observa una desaparición progresiva de razas nativas de col y coliflor³⁷⁷.
- En Pakistán, debido a la demanda del mercado y a la falta de disponibilidad de semillas locales, el índice de erosión genética es muy elevado en las principales hortalizas, como los tomates, las cebollas, los guisantes, el gombo, la berenjena, el coliflor, las zanahorias, el rábano y los nabos). Aún se puede encontrar diversidad autóctona en las cucurbitáceas, las coloquintidas, la espinaca, el paste y las especies de *Brassica*. Los recursos genéticos de las especies autóctonas de cultivos secundarios infrautilizados están sufriendo una rápida destrucción causada por la erosión de las prácticas de cultivo tradicionales, el cambio en los hábitos alimentarios y la introducción de cultivos de alto rendimiento³⁷⁸.
- En Filipinas, se observa erosión genética en la berenjena, la coloquintida, el paste de esponja, la calabaza vinatera y el tomate³⁷⁹.
- En Tayikistán, debido a la importación de nuevas variedades e híbridos, y a la falta de semillas de variedades locales, el índice de erosión genética es muy elevado en las principales hortalizas, como pepinos, tomates, coles, cebollas, zanahorias, rábanos, rábanos negros, nabos, etc³⁸⁰.
- En Grecia, la erosión genética en los cultivos de hortalizas, causada por el reemplazo del germoplasma local por las variedades modernas, se ha mantenido entre 15 y 20 años por debajo del índice en el ámbito de los cereales. Sin embargo, en los últimos años, las razas nativas locales están siendo desplazadas rápidamente, incluso de los huertos³⁸¹.
- En Irlanda, la producción hortícola comercial se ve domi-

APÉNDICE 4

nada por las variedades modernas de alto rendimiento que se importan. Ya casi no se cultivan razas nativas o variedades desarrolladas por los agricultores. Por el contrario, se observa una gran diversidad en los cultivos hortícolas que crecen en distintos jardines privados distribuidos por toda la nación. Se conservan en las fincas como semillas³⁸².

Bibliografía

- 1 El texto del TIRFAA y el Anexo 1 con la lista de cultivos contemplados están disponibles en http://www.planttreaty.org/texts_en.htm.
- 2 Para estimar las cifras que revelan las tendencias en materia de rendimiento de determinados cultivos entre los años 1996 y 2007, se calculó la relación entre el tonelaje de producción y la superficie cultivada, ambos datos tomados del FAOSTAT, y se redondeó al millón más cercano de toneladas por hectárea.
- 3 Además de los capítulos y apéndices del presente Segundo Informe y los informes de países proporcionados, se utilizaron otras fuentes de información para elaborar este apéndice, por ejemplo, estadísticas de producción de cultivos de la FAO (los datos disponibles más recientes eran de 2008) y hojas de balance de alimentos (ambas disponibles en el FAOSTAT: <http://faostat.fao.org/>), documentos de estrategias de conservación de cultivos, elaborados por el GCDT (<http://www.croptrust.org/>), y bibliografía científica.
- 4 Conclusión mencionada en el Capítulo 3, basada en un análisis de registros e informes de colecciones internacionales, regionales y nacionales.
- 5 **Maxted, N. y Kell, S. P.** 2009. *Establishment of a Global Network for the In situ Conservation of Crop Wild Relatives: Status and needs*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. Roma, Italia.
- 6 Informes de países: Armenia, Azerbaiyán, Côte d'Ivoire, Georgia, el Líbano y la República Democrática del Congo.
- 7 **Rogers, D. L., et al.** 2009. *The silent biodiversity crisis: Loss of genetic resource collections*, págs. 141-159 en G. Amato, et al. (redactores). *Conservation genetics in the age of genomics*. Columbia University Press. Nueva York, NY, Estados Unidos.
- 8 Informe de país: Níger.
- 9 **Swiderska, K.** 2009. *Seed industry ignores farmers' rights to adapt to climate change*. Comunicado de prensa del 7 de septiembre de 2009. International Institute for Environment and Development, Londres, Reino Unido. <http://www.iiied.org/natural-resources/key-issues/biodiversity-and-conservation/seed-industry-ignores-farmers-percentE2-percent80-percent99-rights-adapt-climate-change>.
- 10 Informes de países: Albania, Armenia, Bangladesh, Camerún, Chile, Chipre, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Croacia, Egipto, Etiopía, Filipinas, Georgia, Ghana, Grecia, Guinea, Islas Cook, Italia, Jordania, Kazajstán, Kenya, Líbano, Malasia, Malawi, México, Nepal, Nicaragua, Omán, Perú, Portugal, Reino Unido, República Democrática Popular Lao, República Dominicana, República Eslovaca, República Unida de Tanzania, Rumania, Tayikistán, Tailandia, Togo, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de), Viet Nam y Zambia.
- 11 Informe de país: Bosnia y Herzegovina.
- 12 Informe de país: Islandia.
- 13 Informe de país: Reino Unido.
- 14 Informe de país: La ex República Yugoslava de Macedonia.
- 15 Informe de país: Polonia.
- 16 Informe de país: Suiza.
- 17 Informe de país: República Unida de Tanzania.
- 18 Para conocer la historia completa y la misión del **GCDT**, visite el sitio web <http://www.croptrust.org/>.
- 19 **GCDT.** 2008. Informe anual de 2008. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/WEBPDF/TrustAnnualReport2008Final.pdf>.
- 20 El portal global de CWR está disponible en <http://www.cropwildrelatives.org/index.php?page=about>.

- ²¹ Informes de países: Argelia, Armenia, Bolivia (Estado Plurinacional de), Bosnia y Herzegovina, Etiopía, Irlanda, Italia, Madagascar, Noruega, Omán, Polonia, República Democrática Popular Lao, Sri Lanka, Suiza, Uzbekistán y Viet Nam.
- ²² Documentado en el **GCDT**. Las estrategias de cultivo y los informes de países se resumen en el Capítulo 3.
- ²³ **Khoury, C., Laliberté, B. y Guarino, L.** 2009. *Trends and constraints in ex situ conservation of plant genetic resources: A review of global crop and regional conservation strategies*. Roma, Italia. [http://www.croptrust.org/documents/WebPDF/Crop percent20and percent20Regional percent20Conservation percent20Strategies percent20Review1.pdf](http://www.croptrust.org/documents/WebPDF/Crop%20and%20Regional%20Conservation%20Strategies%20Review1.pdf)
- ²⁴ *Ibíd.*
- ²⁵ <http://www.ipcc.ch>.
- ²⁶ **Xiong, W., et al.** 2010. *Climate change, water availability, and future cereal production in China*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 135:58-69.
- ²⁷ **Dulloo, M. E., et al.** 2008. *Genetic reserve location and design*. Págs. 23-64 en Iriondo, J., Maxted, N. y Dulloo, M. E. (redactores) *Conserving plant genetic diversity in protected areas*. CAB International. Wallingford, Reino Unido.
- ²⁸ **FAOSTAT.** 2007. Dominio de producción agrícola: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- ²⁹ *Ibíd.*
- ³⁰ **GCDT.** 2007. *Global strategy for the ex situ conservation with enhanced access to wheat, rye, and triticale genetic resources*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Wheat-Strategy-FINAL-20Sep07.pdf>.
- ³¹ *Ibíd.*
- ³² *Ibíd.* Ver también Op. cit. Nota al pie 23.
- ³³ Informe de país: Armenia.
- ³⁴ Apéndice 2. *Major germplasm collections by crop and institute*. Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos (WIEWS). 2009. <http://apps3.fao.org/wiews>.
- ³⁵ *Ibíd.*
- ³⁶ Op. cit. Notas al pie 30 y 23.
- ³⁷ Op. cit. Nota al pie 30.
- ³⁸ Informe de país: Nepal.
- ³⁹ Informe de país: Albania.
- ⁴⁰ Informes de países: Bosnia y Herzegovina y Grecia.
- ³⁹ Op. cit. Nota al pie 30.
- ⁴⁰ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁴¹ Op. cit. Nota al pie 30.
- ⁴² Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁴³ **Ortiz, R., et al.** 2008. *Wheat genetic resources enhancement by the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)*. Genetic Resources and Crop Evolution, 55:1095-1140.
- ⁴⁴ **Ortiz, R., et al.** 2008. *Climate change: Can wheat beat the heat?* Agriculture, Ecosystems and Environment, 126:46-58.
- ⁴⁵ Op. cit. Notas al pie 30 y 23.
- ⁴⁶ Op. cit. Nota al pie 43.
- ⁴⁷ Op. cit. Nota al pie 43.
- ⁴⁸ Op. cit. Nota al pie 28.
- ⁴⁹ **Vaughan, D. A. y Morishima, H.** 2003. *Biosystematics of the genus *Oryza**, págs. 27-65 en **C.W. Smith y R. H. Dilday** (redactores) *Rice: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken NJ, Estados Unidos.

APÉNDICE 4

- ⁵⁰ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁵¹ **Martínez, C.P.** Líder de equipo. Programa de investigación sobre el arroz, CIAT. Comunicación personal, 2010.
- ⁵² Informe de país: Viet Nam.
- ⁵³ Op. cit. Nota al pie 34.
- ⁵⁴ Informe de país: China.
- ⁵⁵ Informes de países: Brasil, Côte d'Ivoire, Filipinas, Madagascar, Malí, Nepal y Sri Lanka.
- ⁵⁶ Informes de países: China, Malí, Nepal, Nigeria y Tailandia.
- ⁵⁷ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁵⁸ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁵⁹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁶⁰ Op. cit. Nota al pie 28.
- ⁶¹ Op. cit. Nota al pie 28.
- ⁶² **GCDT.** 2007. *Global strategy for the ex situ conservation and utilization of maize germplasm.* Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Maize-Strategy-FINAL-18Sept07.pdf>.
- ⁶³ **Ortiz, R., et al.** 2010. *Conserving and exchanging maize genetic resources.* Crop Science, en proceso de impresión.
- ⁶⁴ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁶⁵ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁶⁶ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁶⁷ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁶⁸ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁶⁹ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁷⁰ Informes de países: Albania, Bosnia y Herzegovina, Filipinas, Kenya, Nepal.
- ⁷¹ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁷² Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁷³ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁷⁴ Op. cit. Notas al pie 62 y 63.
- ⁷⁵ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁷⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁷⁷ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁷⁸ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁷⁹ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸⁰ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁸¹ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸² Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸³ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁸⁴ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸⁵ Op. cit. Nota al pie 63.
- ⁸⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁸⁷ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸⁸ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁸⁹ Op. cit. Nota al pie 62.
- ⁹⁰ Op. cit. Nota al pie 28.
- ⁹¹ Para una revisión y un análisis de la situación taxonómica del sorgo, consulte **Dahlberg, J. A.** 2000. *Classification and characterization of Sorghum*, págs. 99-259 en

- Smith, C. W. y Frederiksen, R. A.** (redactores). *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken NJ, Estados Unidos.
- ⁹² Op. cit. Nota al pie 34.
- ⁹³ **GCDT.** 2007. *Strategy for global ex situ conservation of sorghum genetic diversity*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Sorghum-Strategy-FINAL-19Sept07.pdf>.
- ⁹⁴ Informe de país: Malí.
- ⁹⁵ Informes de países: Angola, Etiopía, Malawi, Malí, Zambia y Zimbabwe.
- ⁹⁶ Informe de país: Níger.
- ⁹⁷ Informe de país: Japón.
- ⁹⁸ Op. cit. Nota al pie 23.
- ⁹⁹ Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹⁰⁰ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁰¹ Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹⁰² Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹⁰³ **Rai, K. N.** Científico principal (mejoramiento del mijo) y Director, HarvestPlus-India Biofortification, ICRISAT. Comunicación personal, 2009.
- ¹⁰⁴ Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹⁰⁵ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁰⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁰⁷ **Upadhyaya, H. D., et al.** 2009. *Developing a mini-core collection of sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench] for diversified utilization of germplasm*. Crop Science, 49:1769-1780.
- ¹⁰⁸ Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹⁰⁹ Op. cit. Nota al pie 93.
- ¹¹⁰ Op. cit. Nota al pie 28.
- ¹¹¹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹¹² **GCDT.** 2008. *A global conservation strategy for cassava (Manihot esculenta) and wild manihot species* [borrador]. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia.
- ¹¹³ **Allem, A. C., et al.** 2001. *The primary gene pool of cassava (Manihot esculenta Crantz subspecies esculenta, Euphorbiaceae)*. Euphytica, 120: 127-132.
- ¹¹⁴ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹¹⁵ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹¹⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹¹⁷ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹¹⁸ **Ceballos, H.** Mejorador de la yuca, CIAT. Comunicación personal, 2010.
- ¹¹⁹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ¹²⁰ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹²¹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹²² Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹²³ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹²⁴ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹²⁵ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹²⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹²⁷ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹²⁸ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹²⁹ Op. cit. Nota al pie 112.

APÉNDICE 4

- ¹³⁰ Síntesis del programa de investigación sobre la yuca del CIAT, http://www.ciat.cgiar.org/AboutUs/Documents/synthesis_cassava_program.pdf.
- ¹³¹ Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹³² Op. cit. Nota al pie 112.
- ¹³³ Op. cit. Nota al pie 28.
- ¹³⁴ Op. cit. Nota al pie 28.
- ¹³⁵ Demostrado por los datos del FAOSTAT resumidos en la hoja de datos "La economía mundial de la papa", disponible en el sitio web dedicado al Año Internacional de la Papa 2008: <http://www.potato2008.org/en/potato/YP-3en.pdf>.
- ¹³⁶ **GCDT.** 2006. *Global strategy for the ex situ conservation of potato*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Potato-Strategy-FINAL-30Jan07.pdf>.
- ¹³⁷ **Centro Internacional de la Papa (CIP) (redactor)** 2006. Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica - Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP) y Federación Departamental de Comunidades Campesinas de Huancavelica (FEDECCH). Lima, Perú.
- ¹³⁸ **De Haan, S.** 2009. *Potato diversity at height: Multiple dimensions of farmer-driven in situ conservation in the Andes*. Tesis doctoral. Wageningen University. Wageningen, Países Bajos.
- ¹³⁹ **Terrazas, F. y Cadima, X.** 2008. Catálogo etnobotánico de papas nativas: Tradición y cultura de los ayllus del Norte Potosí y Oruro. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia (Estado Plurinacional de).
- ¹⁴⁰ Op. cit. Nota al pie 34.
- ¹⁴¹ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁴² Informe de país: Chile.
- ¹⁴³ Op. cit. Nota al pie 138.
- ¹⁴⁴ **Zimmerer, K.S.** 1991. *Labor shortages and crop diversity in the southern Peruvian sierra*. The Geographical Review, 82(4):414-432.
- ¹⁴⁵ **Jarvis, A., Jane, A. y Hijmans, R. J.** 2008. *The effect of climate change on crop wild relatives*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 126(1-2):13-23.
- ¹⁴⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁴⁷ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁴⁸ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁴⁹ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵⁰ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁵¹ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵² Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵³ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵⁴ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁵⁵ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵⁶ Op. cit. Nota al pie 136.
- ¹⁵⁷ Op. cit. Nota al pie 23.
- ¹⁵⁸ Op. cit. Nota al pie 28.
- ¹⁵⁹ **GCDT.** 2007. *Global strategy for ex situ conservation of sweet potato genetic resources*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/SweetPotato-Strategy-FINAL-12Dec07.pdf>.
- ¹⁶⁰ Op. cit. Nota al pie 34.
- ¹⁶¹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ¹⁶² Op. cit. Nota al pie 159.
- ¹⁶³ Op. cit. Nota al pie 23.

- 164 Op. cit. Nota al pie 23.
- 165 Op. cit. Nota al pie 159.
- 166 Op. cit. Nota al pie 23.
- 167 Op. cit. Nota al pie 23.
- 168 Op. cit. Nota al pie 159.
- 169 Op. cit. Nota al pie 28.
- 170 **Singh, R.J.** 2005. *Landmark research in grain legumes*, págs. 1-9 en R. J. Singh y P. P. Jauhar (redactores). Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Volume I. Grain Legumes. CRC Press. Boca Ratón FL, Estados Unidos.
- 171 **Singh, S.P.** 2002. *The common bean and its genetic improvement*, págs. 161-192 en Kang, M. S., (redactor). Crop Improvement: Challenges in the Twenty-First Century. The Haworth Press. Binghamton NY, Estados Unidos.
- 172 Tabla 3.2 del Capítulo 3 y Apéndice 2 de este Segundo Informe.
- 173 Informe de país: Costa Rica.
- 174 Informe de país: Madagascar.
- 175 Informe de país: Namibia.
- 176 Informe de país: Tayikistán.
- 177 Op. cit. Nota al pie 28.
- 178 **Lu, B.R.** 2004. *Conserving biodiversity of soybean gene pool in the biotechnology era*. Plant Species Biology, 19:115-125.
- 179 Op. cit. Nota al pie 34.
- 180 Op. cit. Nota al pie 1.
- 181 **Feng, C., et al.** 2008. *Genetic diversity among popular historical Southern U.S. soybean cultivars using AFLP markers*. Journal of Crop Improvement, 22:31-46.
- 182 **Miranda, Z. de F. S., et al.** 2007. *Genetic characterization of ninety elite soybean cultivars using coefficient of parentage*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42:363-369.
- 183 Op. cit. Nota al pie 178.
- 184 **Chen, Y. y Nelson, R. L.** 2005. *Relationship between origin and genetic diversity in Chinese soybean germplasm*. Crop Science, 45:1645-1652.
- 185 **Li, Y., et al.** 2008. *Genetic structure and diversity of cultivated soybean (Glycine max (L.) Merr.) landraces in China*. Theor. Appl. Genet., 117:857-71.
- 186 Informe de país: China.
- 187 Op. cit. Nota al pie 28.
- 188 Op. cit. Nota al pie 28.
- 189 **Stalker, H. T. y Simpson, C. E.** 1995. *Germplasm resources in Arachis*, págs. 14-53 en H. E. Pattee y H. T. Stalker (redactores). Advances in Peanut Science. American Peanut Research and Education Society. Stillwater OK, Estados Unidos.
- 190 **Pande, S. y Rao, N. J.** 2001. *Resistance of wild Arachis species to late leaf spot and rust in greenhouse trials*. Plant Disease, 85:851-855.
- 191 **da Cunha, F. B., et al.** 2008. *Genetic relationships among Arachis hypogaea L. (AABB) and diploid Arachis species with AA and BB genomes*. Genetic Resources and Crop Evolution, 55:15-20.
- 192 **Jarvis, A., et al.** 2003. *Biogeography of wild Arachis: Assessing conservation status and setting future priorities*. Crop Science, 43:1100-1108.
- 193 Op. cit. Nota al pie 34.
- 194 Informes de países: Filipinas, Ghana, Perú y Zambia expresaron su preocupación por la erosión genética debido a los cultivares mejorados de cacahuete.
- 195 Op. cit. Nota al pie 192.

APÉNDICE 4

- ¹⁹⁶ **Upadhyaya, H.D.** Científico principal y Jefe, banco de genes, ICRISAT. Comunicación personal. 2009.
- ¹⁹⁷ **ICRISAT.** Las bases de datos de pasaporte y caracterización se pueden consultar en <http://www.icrisat.org>.
- ¹⁹⁸ **ICRISAT.** 2009. Información sobre el cacahuete disponible en el sitio web <http://www.icrisat.org/newsite/crop-groundnut.htm>.
- ¹⁹⁹ **Upadhyaya, H. D., et al.** 2002. *Developing a mini-core of peanut for utilization of genetic resources*. Crop Science, 42:2150-2156.
- ²⁰⁰ Op. cit. Nota al pie 196.
- ²⁰¹ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²⁰² **James, G. L.** 2004. *An introduction to sugar cane*, págs. 1-19 en G. James (redactor). Sugarcane, 2nd Ed. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- ²⁰³ Op. cit. Nota al pie 202 para un análisis detallado de este y otros escenarios taxonómicos.
- ²⁰⁴ Op. cit. Nota al pie 202.
- ²⁰⁵ **Berding, N. Hogarth, M. y Cox, M.** 2004. *Plant improvement in sugar cane*, págs. 20-53 en G. James (redactor). Sugarcane, 2nd Ed. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.
- ²⁰⁶ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²⁰⁷ **Panella, L. y Lewellen, R. T.** 2006. *Broadening the genetic base of sugar beet: Introgression from wild relatives*. Euphytica, 154: 383-400.
- ²⁰⁸ **Frese, L.** 2002. *Combining static and dynamic management of PGR: A case study of Beta genetic resources*. Págs. 133-147 en Engels, J. M. M., et al. (redactores). Managing Plant Genetic Diversity. IPGRI. Roma, Italia.
- ²⁰⁹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²¹⁰ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²¹¹ Informe de país: Bélgica.
- ²¹² Op. cit. Nota al pie 28.
- ²¹³ **GCDT.** 2006. *Global conservation strategy for Musa (banana and plantain)*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Musa-Strategy-FINAL-30Jan07.pdf>.
- ²¹⁴ *Ibíd.*
- ²¹⁵ *Ibíd.*
- ²¹⁶ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²¹⁷ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²¹⁸ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²¹⁹ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²⁰ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²¹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ²²² Op. cit. Nota al pie 34.
- ²²³ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²⁴ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²⁵ Op. cit. Nota al pie 23.
- ²²⁶ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²⁷ Op. cit. Nota al pie 213.
- ²²⁸ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²²⁹ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²³⁰ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²³¹ **Rai, K.N.** Científico principal (mejoramiento del mijo) y Director, HarvestPlus-India Biofortification, ICRISAT. Comunicación personal, 2009.

- ²³² **Bezançon, G., et al.** 2009. *Changes in the diversity and geographic distribution of cultivated millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Niger between 1976 and 2003.* Genetic Resources and Crop Evolution, 56(2):223-236.
- ²³³ Informe de país: Ghana.
- ²³⁴ Informe de país: Malawi.
- ²³⁵ Informe de país: Nepal.
- ²³⁶ Informe de país: Sri Lanka.
- ²³⁷ Informe de país: Yemen.
- ²³⁸ **Rai, K.N.** Científico principal (mejoramiento del mijo) y Director, HarvestPlus-India Biofortification, ICRISAT. Comunicación personal, 2009.
- ²³⁹ Las bases de datos de pasaporte y caracterización del ICRISAT se pueden consultar en <http://icrisat.org>.
- ²⁴⁰ **Upadhyaya, H. D., et al.** 2009. *Augmenting the pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]] core collection for enhancing germplasm utilization in crop improvement.* Crop Science, 49:57-580.
- ²⁴¹ **Upadhyaya, H.D., et al.** 2009. *Establishing a core collection of foxtail millet to enhance utilization of germplasm of an underutilized crop.* Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, 7:177-184.
- ²⁴² La colocasia, el ñame, la yautía, y las raíces y tubérculos no se consideran en ninguna otra parte.
- ²⁴³ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²⁴⁴ **GCDT.** 2007. *Edible aroid conservation strategies* [borrador]. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia.
- ²⁴⁵ *Ibíd.*
- ²⁴⁶ Op. cit. Nota al pie 23.
- ²⁴⁷ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁴⁸ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁴⁹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁵⁰ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁵¹ Informe de país: Madagascar.
- ²⁵² Informe de país: Kenya.
- ²⁵³ Informe de país: Ghana.
- ²⁵⁴ Informe de país: Uganda.
- ²⁵⁵ Informe de país: Perú.
- ²⁵⁶ Informe de país: Filipinas.
- ²⁵⁷ Informe de país: Papua Nueva Guinea.
- ²⁵⁸ Informe de país: Granada.
- ²⁵⁹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ²⁶⁰ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶¹ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶² Op. cit. Nota al pie 23.
- ²⁶³ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶⁴ Op. cit. Nota al pie 23.
- ²⁶⁵ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶⁶ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶⁷ Op. cit. Nota al pie 244.
- ²⁶⁸ Informe de país: Uganda.
- ²⁶⁹ Los frijoles bambara, las habas comunes, las habas caba-llares, los garbanzos, las arvejas de vaca, las lentejas, los al-tramuces, los guisantes (secos), el guandú, la veza y otras legumbres no se consideran en ninguna otra parte.

APÉNDICE 4

- ²⁷⁰ Op. cit. Nota al pie 28.
- ²⁷¹ **GCDT**. 2008. *Global strategy for the ex situ conservation of lentil (Lens Miller)*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. http://www.croptrust.org/documents/web/LensStrategy_FINAL_3Dec08.pdf.
- ²⁷² Op. cit. Nota al pie 251.
- ²⁷³ **GCDT**. 2008. *Global strategy for the ex situ conservation of chickpea (Cicer L.)*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. http://www.croptrust.org/documents/web/CicerStrategy_FINAL_2Dec08.pdf.
- ²⁷⁴ *Ibid.*
- ²⁷⁵ **GCDT**. 2009. *Global strategy for the ex situ conservation of faba bean (Vicia faba L.)*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. http://www.croptrust.org/documents/web/Faba_Strategy_FINAL_21April09.pdf.
- ²⁷⁶ *Ibid.*
- ²⁷⁷ **GCDT**. 2007. *Strategy for the ex situ conservation of Lathyrus (grass pea), with special reference to Lathyrus sativus, L. cicera, L. ochrus*. Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos. Roma, Italia. <http://www.croptrust.org/documents/web/Lathyrus-Strategy-FINAL-31Oct07.pdf>.
- ²⁷⁸ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁷⁹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁰ Op. cit. Nota al pie 275.
- ²⁸¹ Op. cit. Nota al pie 275.
- ²⁸² Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸³ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁴ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁵ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁶ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁷ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁸ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁸⁹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁹⁰ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁹¹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ²⁹² Op. cit. Nota al pie 271.
- ²⁹³ Op. cit. Nota al pie 273.
- ²⁹⁴ Op. cit. Nota al pie 275.
- ²⁹⁵ Op. cit. Nota al pie 277.
- ²⁹⁶ Informe de país: Argelia.
- ²⁹⁷ Informe de país: Ghana.
- ²⁹⁸ Informe de país: Malawi.
- ²⁹⁹ Informe de país: Marruecos.
- ³⁰⁰ Informe de país: Zimbabwe.
- ³⁰¹ Informe de país: Nepal.
- ³⁰² Informe de país: Pakistán.
- ³⁰³ Informe de país: Filipinas.
- ³⁰⁴ Op. cit. Nota al pie 271.
- ³⁰⁵ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³⁰⁶ Op. cit. Nota al pie 275.
- ³⁰⁷ Op. cit. Nota al pie 277.
- ³⁰⁸ Op. cit. Nota al pie 23.
- ³⁰⁹ Op. cit. Nota al pie 271.

- ³¹⁰ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³¹¹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ³¹² Op. cit. Nota al pie 273.
- ³¹³ Op. cit. Nota al pie 271.
- ³¹⁴ Op. cit. Nota al pie 271.
- ³¹⁵ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³¹⁶ Op. cit. Nota al pie 275.
- ³¹⁷ Op. cit. Nota al pie 277.
- ³¹⁸ Op. cit. Nota al pie 196.
- ³¹⁹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ³²⁰ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³²¹ Op. cit. Nota al pie 271.
- ³²² Op. cit. Nota al pie 275.
- ³²³ Op. cit. Nota al pie 23.
- ³²⁴ Op. cit. Nota al pie 271.
- ²²⁵ Op. cit. Nota al pie 275.
- ³²⁶ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³²⁷ **Upadhyaya, H. D. y Ortiz, R.** 2001. *A mini-core subset for capturing diversity and promoting utilization of chickpea genetic resources in crop improvement.* *Theor. Appl. Genet.*, 102:1292-1298.
- ³²⁸ **Upadhyaya, H. D., et al.** 2006. *Development of mini-core subset for enhanced and diversified utilization of pigeonpea germplasm resources.* *Crop Science*, 46:2127-2132.
- ³²⁹ Op. cit. Nota al pie 275.
- ³³⁰ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³³¹ Op. cit. Nota al pie 23.
- ³³² Op. cit. Nota al pie 277.
- ³³³ Op. cit. Nota al pie 273.
- ³³⁴ Op. cit. Nota al pie 271.
- ³³⁵ Op. cit. Nota al pie 196.
- ³³⁶ Op. cit. Nota al pie 277.
- ³³⁷ Op. cit. Nota al pie 277.
- ³³⁸ Op. cit. Nota al pie 28.
- ³³⁹ Informe de país: Georgia.
- ³⁴⁰ Informe de país: Rumania.
- ³⁴¹ Op. cit. Nota al pie 34.
- ³⁴² **GrapeGen06**; <http://www1.montpellier.inra.fr/grapegen06/accueil.php>.
- ³⁴³ Informe de país: Portugal.
- ³⁴⁴ **Maul, E., et al.** . (compiladores) 2008. Informe de un Grupo de trabajo sobre la *Vitis* del ECPGR. Primera reunión, 12-14 de junio de 2003, Palić, Serbia y Montenegro. Bioversity International, Roma, Italia.
- ³⁴⁵ **Maghradze, D., et al.** 2006. *Conservation and sustainable use of grapevine genetic resources in the Caucasus and Northern Black Sea region.* Póster presentado en la Novena conferencia internacional sobre mejoramiento y genética de la uva, Udine (Italia), 2-6 de julio de 2006. <http://www.vitis.ru/pdf/magh2.pdf>.
- ³⁴⁶ Informe de país: Grecia.
- ³⁴⁷ Informe de país: Portugal.
- ³⁴⁸ Op. cit. Nota al pie 344.
- ³⁴⁹ Base de datos europea sobre *Vitis*, <http://www.eu-vitis>.

APÉNDICE 4

- de/index.php.
- ³⁵⁰ *Ibíd.* **GrapeGen06.**
- ³⁵¹ La almendra, la nuez del Brasil, el anacardo, la castaña, la avellana, el pistacho, la nuez y los frutos secos no se consideran en ninguna otra parte.
- ³⁵² *Op. cit.* Nota al pie 28.
- ³⁵³ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁵⁴ Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos (WIEWS), http://apps3.fao.org/wiews/wiews.jsp?i_=EN.
- ³⁵⁵ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁵⁶ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁵⁷ *Op. cit.* Nota al pie 354.
- ³⁵⁸ *Op. cit.* Nota al pie 354.
- ³⁵⁹ SAFENUT, <http://safenut.casaccia.enea.it/>.
- ³⁶⁰ *Genetic Resources in Agriculture: A Summary of the Projects Co-Financed Under Council Regulation (EC) No 1467/94, Community Programme 1994-99*, http://ec.europa.eu/agriculture/publi/genres/prog94_99_en.pdf.
- ³⁶¹ Informe de país: Georgia.
- ³⁶² Informe de país: Líbano.
- ³⁶³ La alcachofa, el espárrago, los frijoles (verdes), la col, la zanahoria y el nabo, el coliflor y brécol, los chiles y pimientos (verdes), el pepino y pepinillo, la berenjena, el ajo y las hortalizas leguminosas no se consideran en ninguna otra parte. Tampoco se consideran la lechuga y achicoria, el maíz (verde), los hongos, el gombo, la cebolla verde, la cebolla seca, el melón cantalupo ni otros melones, los guisantes (verdes), la calabaza y el zapallo, la espinaca, las habichuelas verdes, el tomate, las hortalizas frescas ni las sandías.
- ³⁶⁴ *Op. cit.* Nota al pie 28.
- ³⁶⁶ *Ibíd.* Nota al pie 354.
- ³⁶⁶ Alemania, Brasil, China, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Filipinas, Francia, India y Japón.
- ³⁶⁷ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁶⁸ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁶⁹ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷⁰ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷¹ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷² *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷³ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷⁴ *Op. cit.* Nota al pie 34.
- ³⁷⁵ Informe de país: Madagascar.
- ³⁷⁶ Informe de país: Trinidad y Tabago.
- ³⁷⁷ Informe de país: Nepal.
- ³⁷⁸ Informe de país: Pakistán.
- ³⁷⁹ Informe de país: Filipinas.
- ³⁸⁰ Informe de país: Tayikistán.
- ³⁸¹ Informe de país: Grecia.
- ³⁸² Informe de país: Irlanda.

Abreviaturas y siglas

AARI	Aegean Agricultural Research Institute of Turkey
AARINENA	Asociación de Instituciones de Investigación Agrícola del Cercano Oriente y África del Norte
ABI	Institute for Agrobotany (Hungria)
ABS	Acceso y distribución de los beneficios
Acc.	Muestras
ACCI	African Centre for Crop Improvement
ACIAR	Centro Australiano de Investigaciones Agrícolas Internacionales
ACSAD	Centro árabe para el estudio de las zonas y tierras áridas
AD-KU	Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Kasetsart (Tailandia)
ADMARC	Agricultural Development and Marketing Corporation
ADN	Ácido desoxirribonucleico
ADPIC	Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio
ADRS	Agricultura y desarrollo rural sostenibles
AEGIS	Sistema integrado de bancos de germoplasma europeos
AGRESEARCH	Margot Forde Forage Germplasm Centre, Agriculture Research Institute, Ltd. (Nueva Zelanda)
AICRP-Soybean	All India Coordinated Research Project on Soybean (India)
AMFO	G.I.E. Amélioration Fourragère (Francia)
AMGRIC	Australian Medicago Genetic Resource Centre, South Australian Research and Development Institute
ANGOC	Coalición asiática de organizaciones no gubernamentales para la reforma agraria y desarrollo rural
ANTM	Acuerdo normalizado de transferencia de material
APAA	ADN polimórfico amplificado al azar
APAARI	Asociación de Asia y el Pacífico de Instituciones de Investigación Agraria
APC	Alianza de productores de cacao
ARC (LBY001)	Centro de Investigación Agrícola (Jamahiriya Árabe Libia)
ARC (SDN001)	Plant Breeding Section, Agricultural Research Corporation (Sudán)
AREO	Agricultural Research and Education Organization, Irán (República Islámica del)
ARI (ALB002)	Agricultural Research Institute (Albania)
ARI (CYP004)	National (CYPARI) Genebank, Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment (Chipre)
ARIPO	Organización Regional Africana de la Propiedad Industrial
ARN	Ácido ribonucleico
ASARECA	Asociación para el Fortalecimiento de las Investigaciones Agrícolas en el África Oriental y Central
ASEAN	Asociación de Naciones del Asia Sudoriental
ASN	Red africana de semillas

ASPNET	Red de Asia y el Pacífico
ATCFC	Australian Tropical Crops & Forages Genetic Resources Centre
ATFCC	Australian Temperate Field Crops Collection
AusPGRIS	Australian Plant Genetic Resource Information Service
AVRDC	World Vegetable Centre (ex Centro asiático de investigaciones y desarrollo sobre las legumbres)
AWCC	Australian Winter Cereals Collection
AYR-DPI	Mango Collection, Ayr, Department of Primary Industries (Australia)
BAAFS	Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences (China)
BAL	Banco Activo de Germoplasma de Papa, Forrajeras y Girasol Silvestre (Argentina)
BAP	Banco Activo de Germoplasma de Pergamino (Argentina)
BAPNET	Banana Asia Pacific Network
BARI	Plant Genetic Resources Centre (Bangladesh)
BARNESA	Red de investigación sobre el banano para el África oriental y austral
BAZ	Federal Centre for Breeding Research on Cultivated Plants (Braunschweig, Alemania)
BB	Banana Board (Jamaica)
BBC-INTA	Banco Base de Germoplasma, Instituto de Recursos Biológicos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)
BCA	Bunda College of Agriculture (Malawi)
BCCCA	Biscuit, Cake, Chocolate and Confectionery Association
BECA	Biociencias para África del Este y Central
BGCI	Botanic Garden Conservation International
BGRI	Iniciativa mundial de Borlaug contra la roya
BGUPV	Generalidad Valenciana, Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Banco de Germoplasma (España)
BG-VU	Botanical Garden, Vilnius University (Lituania)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BINA	Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture
BJRI	Bangladesh Jute Research Institute
BNGGA-PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, Regional Altiplano (Bolivia, Estado Plurinacional de)
BNGTRA-PROINPA	Banco Nacional de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas, Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (Bolivia, Estado Plurinacional de)
BPGV-DRAEDM	Portuguese Bank of Plant Germplasm
BRDO	Biotechnology Research and Development Office (Tailandia)
BRGV Suceava	Suceava Genebank (Rumania)
BRRRI	Bangladesh Rice Research Institute
BSRI	Bangladesh Sugarcane Research Institute
BTRI	Bangladesh Tea Research Institute

BVRC	Beijing Vegetable Research Centre (China)
BYDG	Botanical Garden of Plant Breeding and Acclimatization Institute (Polonia)
CAAS	Academia China de Agronomía
CABMV	Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus
CACAARI	Central Asia and the Caucasus Association of Agricultural Research Institutions
CacaoNet	Global Cacao Genetic Resources Network
CACN-PGR	Central Asian and Caucasian Network on Plant Genetic Resources
CAPGERNET	Red caribeña
CARBAP	Centre Africain de Recherches sur Bananiers et Plantains
CARDI	Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícolas del Caribe
CAS-IP	Central Advisory Service on Intellectual Property
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBDC	Programa de fomento y conservación de la biodiversidad de las comunidades
CBG	Central Botanical Garden (Azerbaiyán)
CBICAU	Crop Breeding Institute (Zimbabwe)
CBNA	Conservatoire Botanique National Alpin de Gap-Charance (Francia)
CC	Cartón de Colombia S.A.
CCRI	Central Cotton Research Institute, Multan (Pakistán)
CCSM-IASP	Centro de Citricultura "Sylvio Moreira", Instituto Agrônomico de São Paulo (Brasil)
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CEARD	Centre of Excellence for Agrobiodiversity Resources and Development of China
CEDEAO	Comunidad Económica de los Estados del África Occidental
CEI	Comunidad de Estados Independientes
CENARGEN	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Brasil)
CENICAFE	Centro Nacional de Investigaciones de Café "Pedro Uribe Mejía", Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
CePaCT	Centro para los Cultivos y los Árboles del Pacífico
CEPEC	Centro de Pesquisas do Cacau (Brasil)
CERI	Cereal Institute, National Agricultural Research Foundation (Grecia)
CGN	Centre for Genetic Resources
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CICR	Central Institute for Cotton Research (India)
CIFACOR	Junta de Andalucía, Instituto Andaluz de Investigación Agroalimentaria y Pesquera, Centro de Investigación y Formación Agroalimentaria Córdoba (España)
CIFAP-CAL	Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

CIFP	Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (Bolivia, Estado Plurinacional de)
CIIA	Centro internacional de investigación agrícola
CIID	Centro internacional de investigación para el desarrollo
CIMMYT	Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo
CIP	Centro Internacional de la Papa
CIPF	Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
Cirad	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Francia)
CIRF	Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos
CISH	Central Institute for Subtropical Horticulture (India)
CITH	Central Institute of Temperate Horticulture (India)
CLAN	Cereal and Legume Asia Network
Clayuca	Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca
CMVC	Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación
CN	Centre Néerlandais (Côte d'Ivoire)
CNPA	Embrapa Algodão (Brasil)
CNPAF	Embrapa Arroz e Feijão (Brasil)
CNPAT	Embrapa Agroindústria Tropical (Brasil)
CNPF	Embrapa Florestas (Brasil)
CNPGC	Embrapa Gado de Corte (Brasil)
CNPH	Embrapa Hortaliças (Brasil)
CNPMF	Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Brasil)
CNPMS	Embrapa Milho e Sorgo (Brasil)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNPSO	Embrapa Soja (Brasil)
CNPT	Embrapa Trigo (Brasil)
CNPUV	Embrapa Uva e Vinho (Brasil)
CNRRI	China National Rice Research Institute
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
COILLTE	Coillte Teoranta, The Irish Forestry Board (Irlanda)
CONSEFORH	Proyecto de Conservación y Silvicultura de Especies Forestales de Honduras
COP	Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la diversidad biológica
COR	National Clonal Germplasm Repository, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
CORAF/WECARD	Consejo de África Occidental y Central para la Investigación y el Desarrollo Agrícolas
CORBANA	Corporación Bananera Nacional S.A. (Costa Rica)
CORPOICA	Centro de Investigación La Selva, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Colombia)

CORRA	Council for Partnerships on Rice Research in Asia
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
COT	Crop Germplasm Research Unit, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
CPAA	Embrapa Amazônia Ocidental (Brasil)
CPACT/Embrapa	Embrapa Clima Temperado (Brasil)
CPATSA	Embrapa Semi-Árido (Brasil)
CPBBD	Central Plant Breeding and Biotechnology Division, Nepal Agricultural Research Council
CPRI	Central Potato Research Institute (India)
CRA-CAT	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per le Colture alternative al Tabacco (Italia)
CRA-FLC	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per le Produzioni Foraggere e Lattiero - Casearie (Italia)
CRA-FRF	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per la Frutticoltura (Italia)
CRA-FRU	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per la Frutticoltura (Italia)
CRAGXPP	Département de Lutte Biologique et Ressources Phytogénétiques, Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, Ministère des Classes Moyennes et de l'Agriculture (Bélgica)
CRA-OLI	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia (Italia)
CRA-VIT	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Centro di Ricerca per la Viticoltura (Italia)
CRC	Central Romana Corporation (República Dominicana)
CRGAA	Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura
CRI	Citrus Research Institute, Academia China de Agronomía
CRIA	Central Research Institute for Agriculture (Indonesia)
CRIG	Cocoa Research Institute of Ghana
CRIN	Cocoa Research Institute of Niger
CRU	Cocoa Research Unit, Universidad de las Indias Occidentales (Trinidad y Tobago)
CSFRI	Citrus and Subtropical Fruit Research Institute (Sudáfrica)
CSIRO	Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth, Division of Horticultural Research
CTA	Centro Técnico de Cooperación Agrícola y Rural
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira (Brasil)
CTRI	Central Tobacco Research Institute (India)
CWR	Varietades silvestres afines a las plantas cultivadas
DANAC	Fundación para la Investigación Agrícola DANAC (Venezuela, República Bolivariana de)

DAR	Department of Agricultural Research, Ministry of Agriculture (Botswana)
DAV	National Germplasm Repository, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services, University of California
DB NRRC	Dale Bumpers National Rice Research Center, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
DCRS	Dodo Creek Research Station, Ministry of Home Affairs and Natural Development (Islas Salomón)
DENAREF	Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (Ecuador)
DFS	Artemiv'sk Experimental Station (Ucrania)
DGCB-UM	Department of Genetics and Cellular Biology, University Malaya (Malasia)
DLP Laloki	Dry-lowlands Research Programme, Laloki (NARI) (Papua Nueva Guinea)
DOA	Department of Agriculture, Papua New Guinea University of Technology
DOP	Denominación de origen protegida
DOR	Directorate of Oilseeds Research (India)
DPI	Derechos de propiedad intelectual
DTRUFC	Division of Tropical Research, United Fruit Company (Honduras)
EA-PGR	Regional Network for Conservation and Use of Plant Genetic Resources in East Asia
EAPGREN	Red sobre recursos fitogenéticos del África oriental
EAPZ	Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano (Honduras)
EARTH	Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (Costa Rica)
ECICC	Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao (Cuba)
ECPGR	Programa Cooperativo Europeo sobre Recursos Genéticos de las Plantas
EEA INTA Anguil	Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Guillermo Covas" (Argentina)
EEA INTA Bordenave	Estación Experimental Agropecuaria Bordenave (Argentina)
EEA INTA Cerro Azul	Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul (Argentina)
EENP	Estación Experimental Napo-Payamino (Ecuador)
EETP	Estación Experimental Pichilingue (Ecuador)
EFOPP	Enterprise for Extension and Research in Fruit Growing and Ornamentals (Hungría)
Embrapa	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
ENSCONET	European Native Seed Conservation Network
ePIC	Electronic Plant Information Centre (Reino Unido)
ESA	Zonas ambientalmente sensibles

SCORENA	Sistema europeo de redes cooperativas de investigación agrícola
EUFORGEN	Programa europeo sobre recursos genéticos forestales
EURISCO	European Internet Search Catalogue
EWS R&D	East West Seed Research and Development Division (Bangladesh)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAOSTAT	Base de datos estadísticos sustantivos de la Organización
FARA	Foro de investigación agrícola en África
FAST	Faculté des Sciences et Techniques (Benin)
FCI	Fundación Científica Internacional
FCRI	Food Crops Research Institute (Viet Nam)
FCRI-DA	Field Crops Research Institute - Department of Agriculture (Tailandia)
FF.CC.AA.	Facultad de Ciencias Agrarias (Perú)
FGIA	Foro Global de Investigación Agropecuaria
FHIA	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FIGS	Focused Identification of Germplasm Strategy
FIPA	Federación Internacional de Productores Agrícolas
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FORAGRO	Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario
FPC	Firestone Plantations Company (Liberia)
FRIM	Forest Research Institute of Malaysia
FRUCTUS	Association Suisse pour la Sauvegarde du Patrimoine Fruitier (Suiza)
GBREMR	East Malling Research (Reino Unido)
GBWS	Germplasm Bank of Wild Species (China)
GCDT	Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos
GCAI	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
GCP	Programa del Reto de la Generación
GEN	Plant Genetic Resources Unit, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
GEVES	Unité Expérimentale de Sophia-Antipolis, Groupe d'Étude et de Sophia-Antipolis contrôle des Variétés et des Semences (Francia)
GIPB	Iniciativa de colaboración mundial para el fortalecimiento de la capacidad de fitomejoramiento

GMZ	Gene Management Zones
GPS	Sistema de Posicionamiento Mundial
GRENEWCA	Genetic Resources Network for West and Central Africa
GRI	Genetic Resources Institute (Azerbaiyán)
GRIN	Red de Información de Recursos de Germoplasma
GRPI	Iniciativa de Políticas sobre Recursos Genéticos de Bioversity International
Grupo ETC	Grupo de acción sobre erosión, tecnología y concentración
GSC	Guyana Sugar Corporation, Breeding and Selection Department
GSLY	C.M. Rick Tomato Genetics Resource Center (Estados Unidos)
GSPC	Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales
GTZ	Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (Alemania)
HBROD	Potato Research Institute Havlickuv Brod, Ltd. (República Checa)
HOLOVOU	Research and Breeding Institute of Pomology, Holovousy, Ltd. (República Checa)
HRC, MARDI	Horticulture Research Centre, Malaysian Agricultural Research and Development Institute
HRI-DA/THA	Horticultural Research Institute, Department of Agriculture (Tailandia)
HRIGRU	Horticultural Research International, University of Warwick, Genetic Resources Unit (Reino Unido)
HSCRI	Horticulture and Subtropical Crops Research Institute (Azerbaiyán)
IAC	Instituto Agronômico de Campinas (Brasil)
IAO	Istituto Agronomico per l'Oltremare (Italia)
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná (Brasil)
IARI	Indian Agricultural Research Institute
IBC	Institute of Biodiversity Conservation (Etiopía)
IBERS-GRU	Institute of Biological, Environmental & Rural Sciences, Genetic Resources Unit, Aberystwyth University (Reino Unido)
IBN-DLO	Institute for Forestry and Nature Research (Países Bajos)
IBONE	Instituto de Botánica del Nordeste, Universidad Nacional del Nordeste, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)
IBOT	Jardim Botânico de São Paulo (Brasil)
ICA/REGION 1	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Tibaitatá (Colombia)
ICA/REGION 5	Centro de Investigación El Mira, Instituto Colombiano Agropecuario El Mira (Colombia)
ICA/REGION 5	Centro de Investigaciones de Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario Palmira (Colombia)
ICABIOGRAD	Indonesian Centre for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development

ICAR	Consejo de Investigaciones Agrícolas de la India
ICARDA	Centro internacional de investigación agrícola en las zonas secas
ICBA	Centro Internacional de Agricultura Biosalina
ICCI-TELAVUN	Lieberman Germplasm Bank, Institute for Cereal Crops Improvement, Tel-Aviv University (Israel)
ICCO	Organización Internacional del Cacao
ICCP Fundul	Research Institute for Cereals and Technical Plants Fundulea (Rumania)
ICGN	Red internacional del genoma del café
ICGR-CAAS	Institute of Crop Germplasm Resources, Academia China de Agronomía
ICGT	International Cocoa Genebank (Trinidad y Tobago)
ICPP Pitesti	Fruit Growing Research Institute Maracineni-Arges (Rumania)
ICRAF	Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ahora Centro Mundial de Agrosilvicultura)
ICRISAT	Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas
ICRR	Indonesian Centre for Rice Research
ICVV Valea C	Wine Growing Research Institute Valea Calugareasca-Prahova (Rumania)
IDEFOR	Institut pour le Développement des Forêts (Côte d'Ivoire)
IDEFOR-DCC	Département du Café et du Cacao, Institut pour le Développement des Forêts (Côte d'Ivoire)
IDEFOR-DPL	Département des Plantes à Latex, Institut pour le Développement des Forêts (Côte d'Ivoire)
IDESSA	Institut des Savanes (Côte d'Ivoire)
IDI	International Dambala (Winged Bean) Institute (Sri Lanka)
IFVCNS	Institute for Field and Vegetable Crops (Serbia)
IGB	Israel Gene Bank for Agricultural Crops, Agricultural Research Organization, Volcani Center
IGC	Comité Intergubernamental sobre la Propiedad Intelectual, Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales y Folclore
IGC	Comité Intergubernamental sobre la Propiedad Intelectual, Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales y Folclore de la OMPI
IGFRI	Indian Grassland and Fodder Research Institute
IGV	Istituto di Genetica Vegetale, Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italia)
IHAR	Plant Breeding and Acclimatization Institute (Polonia)
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IIT	Instituto de Investigaciones del Tabaco (Cuba)
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
ILETRI	Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute
ILK	Institute of Bast Crops (Ucrania)
ILRI	Instituto Internacional de Investigaciones Agropecuarias

IMIACM	Comunidad de Madrid, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (España)
INBAR	Red internacional del bambú y el ratán
INCANA	Red interregional sobre el algodón en Asia y África del norte
INCORD	Cotton Institute for Research and Development (Viet Nam)
INERA	Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (Congo)
INGENIC	International Group for the Genetic Improvement of Cocoa
INGER	Red internacional para la evaluación genética del arroz
INIA CARI	Centro Regional de Investigación, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Carillanca (Chile)
INIA INTIH	Banco Base, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Intihuasi (Chile)
INIA QUIL	Centro Regional de Investigación, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Quilamapu (Chile)
INIA-CENIAP	Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela (República Bolivariana de)
INIACRF	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Centro de Recursos Fitogenéticos (España)
INIA-EEA.ILL	Estación Experimental Agraria, Illpa (Perú)
INIA-EEA.POV	Estación Experimental Agraria, El Porvenir (Perú)
INIAFOR	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Centro de Investigaciones Forestales (España)
INIA-Iguala	Estación de Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (México)
INIAP	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Ecuador)
INIBAP	Red internacional para el mejoramiento del banano y el plátano
INICA	Instituto Nacional de Investigación de la Caña de Azúcar (Cuba)
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)
INRA	Instituto Nacional de Investigación Agronómica (Francia)
INRA BORDEAUX (FRA057)	Unité de Recherches sur Espèces Fruitières et Vigne (Francia)
INRA BORDEAUX (FRA219)	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Recherches Forestières (Francia)
INRA/CRRAS	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settat (Marruecos)
INRA/ENSA-M	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station de Recherches Viticoles (Francia)
INRA-ANGERS	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station d'Amélioration des Espèces Fruitières et Ornementales (Francia)
INRA-CLERMONT	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station d'Amélioration des Plantes (Francia)

INRA-DIJON	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station de Génétique et d'Amélioration des Plantes (Francia)
INRA-MONTPELLIER	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Genetics and Plant Breeding Station (Francia)
INRA-POITOU	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station d'Amélioration des Plantes Fourragères (Francia)
INRA-RENNES (FRA010)	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station d'Amélioration des Plantes (Francia)
INRA-RENNES (FRA179)	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Station d'Amélioration Pomme de Terre et Plantes à Bulbes (Francia)
INRA-UGAFL	Instituto Nacional de Investigación Agronómica/Unité de Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes (Francia)
INRENARE	Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (Panamá)
IOB	Institute of Vegetable and Melon Growing (Ucrania)
IOPRI	Indonesian Palm Oil Research Institute
IPB-UPLB	Institute of Plant Breeding, College of Agriculture, University of the Philippines, Los Baños College (Filipinas)
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPEN	International Plant Exchange Network
IPGR	Institute for Plant Genetic Resources "K. Malkov" (Bulgaria)
IPGRI	Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
IPK (DEU146)	Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (Alemania)
IPK (DEU159)	External Branch North of the Department Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Potato Collection in Gross-Lusewitz (Alemania)
IPK (DEU271)	External Branch North of the Department Genebank, Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Oil Plants and Fodder Crops in Malchow (Alemania)
IPRBON	Institute for Potato Research, Bonin, Polonia
IPSR	Department of Applied Genetics, John Innes Centre, Norwich Research Park (Reino Unido)
IR	Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS (Ucrania)
IRCC/Cirad	Institut de Recherches du Café et du Cacao et autres Plantes Stimulantes/Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Côte d'Ivoire)
IRCT/Cirad	Département des Cultures Annuelles/Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Francia)
IRRI	Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz
IRTAMB	Generalitat de Catalunya, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Centre Mas Bové (España)

ISAR	Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda
ISF	Federación Internacional de Semillas
ISFP	Iniciativa relativa al aumento de los precios de los alimentos
ISRA-URCI	Institut Sénégalais de Recherche Agricole - Unité de recherche ommune en culture <i>in vitro</i>
IT	Tecnología de la información
ITRA	Institut Togolais de Recherche Agronomique
IVM	Institute of Grape and Wine "Maharach" (Ucrania)
JARC	Jimma Agricultural Research Centre (Etiopía)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
JIRCAS	Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas del Japón
JKI	Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants (Alemania)
JKI (DEU098)	Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants - Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof (Alemania)
JKI (DEU451)	Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants - Institute of Horticultural Crops and Fruit Breeding (Alemania)
KARI	Kenya Agricultural Research Institute
KARI-NGBK	National Genebank of Kenya, Crop Plant Genetic Resources Centre, Muguga (Kenya)
KEFRI	Kenya Forest Research Institute
KLOST	Federal College and Research Institute for Viticulture and Fruit Growing (Austria)
KPS	Crimean Pomological Station (Ucrania)
KROME	Agricultural Research Institute Kromeriz, Ltd. (República Checa)
KST	Crimean Tobacco Experimental Station (Ucrania)
LACNET	Latin America and Caribbean Network
LAREC	Lam Dong Agricultural Research and Experiment Centre (Viet Nam)
LBN	National Biological Institute (Indonesia)
LD	Desequilibrio de ligamiento
LEM/IBEAS	IBEAS, Laboratoire d'Ecologie Moléculaire, Université de Pau (Francia)
LFS	L'viv Experimental Station of Horticulture (Ucrania)
LIA	Lithuanian Institute of Agriculture
LI-BIRD	Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (ONG de Nepal)
Linseed	All India Coordinated Research Project on Linseed, CSA University of Agriculture & Technology, Kanpur, Uttar Pradesh (India)
LPGPB	Laboratory of Plants Gene Pool and Breeding (Armenia)

LRC	Locus de rasgos cuantitativos
LRS	Lethbridge Research Station, Agriculture (Canadá)
LUBLIN	Institute of Genetics and Plant Breeding, University of Agriculture (Polonia)
MARDI	Malaysian Agricultural Research and Development Institute
MARS	Makoka Agricultural Research Station (Malawi)
MEA	Evaluación de ecosistemas del Milenio
MG	Modificado genéticamente
MHRP	Main Highlands Research Programme, Aiyura (Papua Nueva Guinea)
MIA	Subtropical Horticultural Research Unit, National Germplasm Repository - Miami, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)
MLS	Sistema multilateral
MPOB	Malaysia Palm Oil Board
MRB	Malaysian Rubber Board
MRIZP	Maize Research Institute "Zemun Polje" (Serbia)
MRS	Msekera Research Station (Zambia)
MSBP	Millennium Seed Bank Project
MSF	Medidas sanitarias y fitosanitarias
MUSACO	Réseau Musa pour l'Afrique Centrale et Occidentale
MUSALAC	Red de Investigación y Desarrollo de Bananos y Plátanos para América Latina y el Caribe
NA	U.S. National Arboretum, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services, Woody Landscape Plant Germplasm Repository
NABNET	North Africa Biosciences Network
NAEP	National Agri-Environment Programme (Hungría)
NAKB	Inspection Service for Floriculture and Arboriculture (Países Bajos)
NARC (LAO010)	Napok Agricultural Research Centre (República Democrática Popular Lao)
NARC (NPL026)	Nepal Agricultural Research Council
NBPGR (IND001)	National Bureau of Plant Genetic Resources (India)
NBPGR (IND024)	Regional Station Thrissur, National Bureau of Plant Genetic Resources (India)
NBPGR (IND064)	Regional Station Jodhpur, National Bureau of Plant Genetic Resources (India)
NC7	North Central Regional Plant Introduction Station, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
NCGRCD	National Clonal Germplasm Repository for Citrus & Dates, United States Department of Agriculture (Departamento de

	Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
NCGRP	National Center for Genetic Resources Preservation (Estados Unidos)
NE9	Northeast Regional Plant Introduction Station, Plant Genetic Resources Unit, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services, New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University
NEPAD	Nueva Alianza para el Desarrollo de África
NFC	National Fruit Collections, University of Reading (Reino Unido)
NIAS	National Institute of Agrobiological Sciences (Japón)
NISM	Mecanismo nacional de intercambio de información sobre la implementación del PAM
NMK	National Museums of Kenya
NordGen	Centro Nórdico de Recursos Genéticos
NORGEN	Red Norteamericana de Recursos Fitogenéticos
NPGRC	National Plant Genetic Resources Centre (República Unida de Tanzania)
NPGS	National Plant Germplasm System
NR6	Potato Germplasm Introduction Station, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
NRCB	National Research Centre for Banana (India)
NRCOG	National Research Centre for Onion and Garlic (India)
NRCRI	National Root Crops Research Institute (Nigeria)
NSGC	National Small Grains Germplasm Research Facility, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
NUC	Njala University College (Sierra Leona)
OADA	Organización Árabe para el Desarrollo Agrícola
OAPI	Organización Africana de la Propiedad Intelectual
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM	Objetivo de Desarrollo del Milenio
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMG	Organismos modificados genéticamente
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG	Organización no gubernamental
OPRI	Oil Palm Research Institute (Ghana)
ORPF	Organización regional de protección fitosanitaria
ORSTOM-MONTPPELLIER	Laboratoire des Ressources Génétiques et Amélioration des Plantes Tropicales, ORSTOM (Francia)
OSS Roggwil	Verein Obstsortensammlung Roggwil (Suiza)
OUA	Organización de la Unidad Africana

PABRA	Alianza Panafricana de Investigación en Frijol
PAM	Plan de acción mundial sobre los recursos fitogenéticos
PAN	Botanical Garden of the Polish Academy of Sciences (Polonia)
PAPGREN	Red de recursos fitogenéticos de la agricultura del Pacífico
PBBC	Plant Breeding and Related Biotechnology Capacity assessment
PBR	Derechos del obtentor
PCA-ZRC	Philippine Coconut Authority - Zamboanga Research Centre
PERUG	Dipartimento di Biologia Applicata, Università degli Studi, Perugia (Italia)
PG	Pomological Garden (Kazajstán)
PGR	Recursos fitogenéticos
PGRC	Plant Genetic Resources Centre (Sri Lanka)
PGRC (CAN004)	Plant Gene Resources of Canada, Saskatoon Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada
PGRI	Plant Genetic Resources Institute (Pakistán)
PGR-IZs	Plant Genetic Resources Important Zones
PGRRI	Plant Genetic Resources Research Institute (Ghana)
PHES	Plew Horticultural Experimental Station (Tailandia)
PhilRice	Philippine Rice Research Institute
PI	Propiedad intelectual
PLFA	Polimorfismo de longitud de fragmentos amplificados
PLFR	Polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción
PNP-INIFAP	Programa Nacional de la Papa, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PotatoGene	Potato Gene Engineering Network
PPB	Fitomejoramiento participativo
PRC	Plant Resources Centre (Viet Nam)
PRGA	Participatory Research and Gender Analysis
PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica Agropecuaria para la Región Andina
PROCICARIBE	Programa para la Cooperación de Institutos de Ciencia Agrícola y Tecnología en el Caribe
PROCINORTE	Programa cooperativo en investigación y tecnología para la Región Norte
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur
PROCITROPICOS	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología para los Trópicos Suramericanos
PRUHON	Research Institute of Landscaping and Ornamental Gardening (República Checa)
PSA	Remuneración por servicios ambientales
PSR	Pro Specie Rara (Suiza)
PU	Peradeniya University (Sri Lanka)

PULT	Department of Special Crops (Tobacco), Institute Soil Science and Plant Cultivation (Polonia)
PVP	Protección de variedades de plantas
QDPI	Queensland Department of Primary Industries, Maroochy Research Station (Australia)
QPM	Quality protein maize
RAC (CHE001)	Station Fédérale de Recherches en Production Végétale de Changins (Suiza)
RAC (CHE019)	Domaine de Caudoz - Viticulture RAC Changins (Suiza)
RBG	Millennium Seed Bank Project, Seed Conservation Department, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place (Reino Unido)
RCA	Institute for Agrobotany (Hungria)
RCP	Reacción en cadena de la polimerasa
RDAGB-GRD	Genetic Resources Division, National Institute of Agricultural Biotechnology, Rural Development Administration (República de Corea)
RECSEA-PGR	Comité Regional de Productos Fitogenéticos para Asia Sudoriental
REDARFIT	Red andina de recursos fitogenéticos
REDBIO	Red de cooperación técnica en biotecnología vegetal
RedSICTA	The Agricultural Innovation Network Project
REGENSUR	Red de Recursos Genéticos del Cono Sur
REHOVOT	Department of Field and Vegetable Crops, Hebrew University of Jerusalem (Israel)
REMERFI	Red mesoamericana de recursos fitogenéticos
RFAA	Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
RGC	Regional Germplasm Centre (Secretaría de la Comunidad del Pacífico)
RIA	Research Institute of Agriculture (Kazajstán)
RICP	Research Institute of Crop Production (República Checa)
RICP (CZE061)	Genebank Department, Vegetable Section Olomuc, Research Institute of Crop Production (República Checa)
RICP (CZE122)	Genebank Department, Division of Genetics and Plant Breeding, Research Institute of Crop Production (República Checa)
RIGA	Actividades Generadoras de Ingreso Rural de la FAO
RIPV	Research Institute of Potato and Vegetables (Kazajstán)
RNG	School of Plant Science, University of Reading (Reino Unido)
ROCARIZ	Red regional de investigación y mejoramiento del arroz para el África occidental y central
ROPTA	Plant Breeding Station Ropta (Países Bajos)
RR1	Rubber Research Institute (Viet Nam)
RR11	Rubber Research Institute of India
RRS-AD	Banana National Programme (Uganda)
RSPAS	Research School of Pacific and Asian Studies (Australia)

S9	Plant Genetic Resources Conservation Unit, Southern Regional Plant Introduction Station, University of Georgia, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
SAARI	Serere Agriculture and Animal Production Research Institute (Uganda)
SADC	Comunidad para el Desarrollo del África Austral
SADC-FANR	Comunidad para el Desarrollo del África Austral - Food, Agriculture and Natural Resources Directorate
SADC-PGRN	Comunidad para el Desarrollo del África Austral - Red de recursos fitogenéticos
SAM	Selección asistida por marcadores moleculares
SamAI	Samarkand Agricultural Institute named F. Khodjaev (Uzbekistán)
SANBio	South African Network for Biosciences
SANPGR	South Asia Network on Plant Genetic Resources
SAREC	Organismo sueco de Cooperación en Materia de Investigaciones
SASA	Science and Advice for Scottish Agriculture, Gobierno de Escocia (Reino Unido)
SAVE Foundation	Salvaguardia de las Variedades Agropecuarias en Europa (Fundación)
SCAPP	Scientific Centre of Agriculture and Plant Protection (Armenia)
SCRDC	Soil and Crops Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada
SCRI	Scottish Crop Research Institute (Reino Unido)
SDIS	Southern African Development Community Documentation and Information System
SEABGRC	South East Asian Banana Germplasm Resources Centre, Davao Experimental Station, Bureau of Plant Industry (Filipinas)
SeedNet	Red para el desarrollo de recursos fitogenéticos del sureste europeo
SFL	Holt Agricultural Research Station (Noruega)
SGRP	Programa de Recursos Genéticos para todo el Sistema del GCIAI
SGSV	Depósito Mundial de Semillas de Svalbard
SHRWIAT	Plant Breeding Station (Polonia)
SIAEX	Junta de Extremadura. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Finca La Orden (España)
SIBRAGEN	Sistema brasileiro de informação de recursos genéticos
SICTA	Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola
SIG	Sistema de información geográfica

SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Costa Rica)
SINGER	Red de información sobre los recursos genéticos para todo el sistema
SKF	Research Institute of Pomology and Floriculture (Polonia)
SKUAST	Sher-E-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Kashmir (India)
SKV	Plant Genetic Resources Laboratory, Research Institute of Vegetable Crops (Polonia)
SNIA	Sistemas nacionales de investigaciones agronómicas
SOUTA	School of Biological Sciences, University of Southampton (Reino Unido)
SOY	Soybean Germplasm Collection, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services
SPB-UWA	School of Plant Biology, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Western Australia
SPC	Secretaría de la Comunidad del Pacífico
SPCGF	Scientific Production Centre of Grain Farming "A. I. Baraev" (Kazajstán)
SPGRC	Centro de Recursos Fitogenéticos de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral
SR, MARDI	Strategic Resource Research Centre MARDI (Malasia)
SRA-LGAREC	La Granja Agricultural Research and Extension Centre (Filipinas)
SRI	Sugar Crop Research Institute, Mardan (Pakistán)
SSC-UICN	Comisión de Supervivencia de Especies, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SSEEA	Asia meridional, sudoriental, oriental
SSJC	Southern Seed Joint-Stock Company (Viet Nam)
SUMPERK	AGRITEC, Research, Breeding and Services, Ltd. (República Checa)
SVKBRAT	Research Institute for Viticulture and Enology (Eslovaquia)
SVKLOMNICA	Potato Research and Breeding Institute (Eslovaquia)
SVKPIEST	Research Institute of Plant Production Piestany (Eslovaquia)
TAMAWC	Australian Winter Cereals Collection, Centro de Investigación Agrícola
TANSAO	Taro Network for Southeast Asia and Oceania
TARI	Taiwan Agricultural Research Institute
TaroGen	Taro Genetic Resources Network
TIRFAA	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
TOB	Oxford Tobacco Research Station, Crops Science Department, North Carolina State University
TRI	Tea Research Institute (Sri Lanka)
TROPIC	Institute of Tropical and Subtropical Agriculture, Czech University of Agriculture

TROPIGEN	Red amazónica de recursos fitogenéticos
TSS-PDAF	Taiwan Seed Service, Provincial Department of Agriculture and Forestry
TWAS	Academia de Ciencias del Tercer Mundo
U.NACIONAL	Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia
UAC	Université d'Abomey Calavi (Benin)
UACH	Banco Nacional de Germoplasma Vegetal, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo (México)
UBA-FA	Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
UC-ICN	Instituto de Ciencias Naturales (Ecuador)
UCP	Unidad central de procesamiento
UCR-BIO	Banco de Germoplasma de Pejibaye UCR-MAG, Escuela de Biología, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica
UDAC	Unidade de Direção Agrária de Cajú (Mozambique)
UDS	Ustymivka Experimental Station of Plant Production (Ucrania)
UH	University of Hawaii at Manoa (Estados Unidos de América)
UHFI-DFD	Department of Floriculture and Dendrology, University of Horticulture and Food Industry (Hungría)
UHFI-RIVE	Institute for Viticulture and Enology, University of Horticulture and Food Industry (Hungría)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UM	Universiti Malaya (Malaya University, Malasia)
UN	Naciones Unidas
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú)
UNCI	Université Nationale de Côte d'Ivoire
UNMIHT	Horticulture Department, Michigan State University (Estados Unidos)
UNSAAC	Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Centro K'Ayra (Perú)
UNSAAC/CICA	Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
UPASI-TRI	United Planters' Association of South India - Tea Research Institute (India)
UPLB	University of the Philippines, Los Baños
UPM	University Putra, Malasia
UPOU	University of Philippines Open University
UPOV	Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales
URG	Unité des Ressources Génétiques (Malí)
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)
USDA-ARS	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) - Agricultural Research Service
USP	University of South Pacific
UzRICBSP	Uzbek Research Institute of Cotton Breeding and Seed Production

UzRIHVWM	Uzbek Research Institute of Horticulture, Vine Growing and Wine Making named R.R. Shreder
UzRIPI	Uzbek Research Institute of Plant Industry
VEGTBUD	Station of Budapest, Vegetable Crops Research Institute (Hungria)
VIH/SIDA	Virus de inmunodeficiencia humana/Síndrome de inmunodeficiencia adquirida
VINATRI	Tea Research Institute of Viet Nam
VIR	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry (Federación de Rusia)
W6	Western Regional Plant Introduction Station, United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), Agricultural Research Services, Washington State University
WABNET	Red de biotecnología de África occidental
WACCI	Centro del África Occidental para la Mejora de los Cultivos
WADA (AUS002)	Western Australian Department of Agriculture (Australia)
WADA (AUS137)	Australian Trifolium Genetic Resource Centre, Western Australian Department of Agriculture
WANA	Asia occidental y África del Norte
WANANET	Red de recursos fitogenéticos de Asia occidental y África del Norte
WARDA	Asociación para el Desarrollo del Cultivo del Arroz en el África Occidental
WASNET	Red de semillas y material de plantación de África occidental
WCF	Fundación Mundial del Cacao
WDPA	Base de datos mundiales sobre zonas protegidas
WICSBS	West Indies Central Sugarcane Breeding Station
WIEWS	Sistema Mundial de Información y Alerta sobre los Recursos Fitogenéticos
WLMP	Sir Alkan Tololo Research Centre, Bubia (Papua Nueva Guinea)
WRS	Cereal Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada
WSSD	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible

Los recursos fitogenéticos proporcionan la base para la seguridad alimentaria, el apoyo a los medios de subsistencia y el desarrollo económico como un componente principal de la biodiversidad. El Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura en el mundo demuestra la función central que aún tiene la diversidad fitogenética para impulsar el crecimiento agrícola ante el cambio climático y otros retos medioambientales. Se basa en información recopilada de informes de países, síntesis regionales, estudios temáticos y literatura científica, que documentan los principales logros que se obtuvieron en este sector durante la última década e identifican los déficits y necesidades más importantes que se deben abordar de manera urgente.

El Informe proporciona a los responsables de la toma de decisiones una base técnica para actualizar el *Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. También busca atraer la atención de la comunidad mundial a fin de establecer prioridades para una ordenación eficaz de los recursos fitogenéticos a futuro.

ISBN 978-92-5-306534-9



I1500S/1/01.11