

Abril 1996



منظمة الأغذية
والزراعة
للأمم المتحدة

联合国
粮食及
农业组织

Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación

COMISION DE RECURSOS GENETICOS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA

Segunda reunión extraordinaria

Roma, 22-27 de abril de 1996

INFORME SOBRE EL
ESTADO DE LOS RECURSOS FITOGENETICOS EN EL MUNDO

INDICE	Página
CAPITULO 1	5
Estado de la diversidad	5
CAPITULO 2	8
Estado de determinadas especies y cultivos	8
CAPITULO 3	14
Ordenación <i>in situ</i> y en fincas de los recursos fitogenéticos	14
CAPITULO 4	17
Conservación <i>ex situ</i>	17
CAPITULO 5	31
Utilización de los recursos fitogenéticos	31
CAPITULO 6	36
Programas nacionales, necesidades de capacitación, políticas y legislación	36
CAPITULO 7	41
Actividades regionales e internacionales	41
CAPITULO 8	47
Acceso y distribución de los beneficios	47
CAPITULO 9	50
Estado de los conocimientos	50
APENDICES	
Apéndice 1: Situación por país	1 - 7
Apéndice 2: Muestras de germoplasma por cultivos	1 - 2

Prefacio

Antecedentes y preparación del informe

1. La Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su 26º período de sesiones, convino en que se preparase un primer Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo como parte del Sistema mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura¹. En su 27º período de sesiones, la Conferencia acordó que esto se hiciera mediante un proceso dirigido por los países con la orientación de la Comisión, como preparación de la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, que se celebrará en Leipzig, Alemania, en junio de 1996. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en su Programa 21², recomendó también la preparación de un informe sobre el Estado de los recursos fitogenéticos en el mundo y su aprobación en una Conferencia Técnica Internacional, y la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica³ respaldó estas recomendaciones.
2. En su sexta reunión, celebrada en 1995, la Comisión de Recursos Fitogenéticos examinó y aprobó un proyecto de esbozo del Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo, de conformidad con los objetivos y la estrategia de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos y su proceso preparatorio⁴. En el Informe se describiría la situación presente de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a nivel mundial y se señalarían las lagunas y las necesidades en relación con su conservación y su utilización sostenible, así como las situaciones de urgencia, estableciendo de esta manera las bases para el Plan de acción mundial que aprobaría la Conferencia Técnica Internacional. Se convino en que en el Informe se pusiera de relieve la contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a la seguridad alimentaria mundial.
3. El Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo se ha preparado mediante un proceso participativo dirigido por los países⁵. Este proceso condujo a la preparación y presentación de 151 informes de países por los gobiernos. Estos informes de los países han sido la fuente primordial de información utilizada en la elaboración del presente Informe.
4. La FAO impartió directrices indicando la gama de temas y los tipos de cuestiones que podrían abordarse en los informes de los países. En las directrices se indicaba que los gobiernos, al presentar sus informes, aceptaban que la FAO pudiera hacer pública la información recogida en ellos. Sin embargo, cada gobierno determinó el ámbito y el contenido del informe de su país. Las directrices no tenían por objeto solicitar datos cuantitativos generales. En la utilización y recopilación de los datos contenidos en los informes de los países se ha actuado con cautela⁶. Los ejemplos extraídos de tales informes se utilizan sólo con fines ilustrativos y su mención no significa que sean exclusivos o

¹ Para una descripción más completa del Sistema mundial, véase el Artículo 7 del Compromiso Internacional de la FAO y el documento CPGR-6/95/4 de la Comisión de Recursos Fitogenéticos, "Informe parcial sobre el Sistema mundial para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura".

² Programa 21, párrafo 14.60c).

³ Decisión 11/15 de la segunda reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Yakarta, Indonesia, 6-17 de noviembre de 1995.

⁴ Ratificado por la Conferencia de la FAO en su 27º período de sesiones en 1993.

⁵ En el proceso preparatorio participaron en total 157 países mediante el envío de un informe sobre el país, la asistencia a una reunión subregional, el nombramiento de un punto de contacto o una combinación de varias de estas actividades.

⁶ Por ejemplo, en un total de 151 informes de países presentados, más de 70 países facilitaron información sobre el grado de duplicación de sus colecciones *ex situ*. En este caso y en la mayoría de los otros, hay que actuar con cautela al formular hipótesis con respecto al grado de duplicación de las colecciones en los países que no enviaron información sobre este tema en sus informes. En otras palabras, el hecho de que haya un cierto número o un porcentaje de países que mencionan que tienen un problema particular en sus bancos de germoplasma (por ejemplo, deficiencias del equipo), no se puede interpretar como ausencia de tales problemas en otros. Los demás países simplemente parecen no haber señalado la existencia del problema en su informe.

generales. De la identificación de una necesidad o una laguna en un país determinado no se pretende deducir, por ejemplo, que no haya una necesidad análoga en otros países.

5. Se celebraron 11 reuniones subregionales en las que estuvieron representados 143 gobiernos y varias organizaciones internacionales y no gubernamentales. Durante dichas reuniones, los representantes presentaron los informes de sus países y examinaron los problemas y las oportunidades comunes. Se facilitó información y otro tipo de aportaciones para el Informe y se formularon recomendaciones relativas al Plan de acción mundial. La Secretaría y sus consultores visitaron más de 100 países con el fin de prestarles ayuda y facilitar sus preparativos para la Conferencia Técnica Internacional y obtener información de primera mano.

6. En la preparación del Informe, la FAO ha tenido acceso a la base de datos del Sistema de información y alerta sobre los recursos fitogenéticos en el mundo (SIAM), los datos de los cuestionarios de la FAO relativos a los recursos fitogenéticos y los resultados de una serie de seminarios científicos celebrados en apoyo del proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional. Tal como acordó la Comisión, el SIAM se está actualizando con el uso de información procedente de los informes de los países y otros datos obtenidos durante la preparación del Informe. Por lo que se refiere a los recursos genéticos forestales, la FAO ha tenido acceso a datos de un cuestionario distinto sobre dichos recursos, que se envió a todos los jefes de los servicios forestales de los Estados Miembros. Durante los preparativos de la Conferencia Técnica Internacional, la FAO organizó sus primeras "conferencias electrónicas" en Internet, permitiendo a científicos y otras personas contribuir con aportaciones técnicas y debatir numerosos temas de interés para el presente Informe. La FAO también obtuvo beneficios importantes de la asistencia de distintos centros del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAI), en particular el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IIRF). A pesar del elevado volumen de datos obtenidos y reunidos durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, sigue habiendo lagunas y deficiencias en la información. Así pues, el Informe debe servir de ayuda para poner de manifiesto tales lagunas y ayudarnos a adquirir conciencia de lo que todavía se desconoce o no se conoce suficientemente. Por otra parte, este primer Informe debe constituir un punto de referencia que permita medir los progresos en el futuro.

7. El Informe se basa en un documento técnico de trabajo más detallado, disponible en el idioma en el que se ha preparado, el inglés.

8. La parte principal de este Informe contiene una evaluación del estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y de la eficacia y la capacidad presentes en cuanto a su conservación, mejoramiento y utilización. Los apéndices, así como las figuras y los cuadros que siguen a cada capítulo, contienen información básica. Si bien se ha hecho todo lo posible para conseguir una evaluación exacta y completa del estado de los recursos fitogenéticos en el mundo en el presente Informe, en él se ponen de manifiesto necesariamente las limitaciones de las fuentes de información. Es de esperar que tales limitaciones se puedan superar progresivamente en futuras ediciones.

Introducción

Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura

9. El suelo, el agua y los recursos genéticos constituyen el fundamento en el que se basan la agricultura y la seguridad alimentaria mundial. De los tres elementos, el menos conocido y menos valorado son los recursos fitogenéticos. También son los que más dependen de nuestros cuidados y nuestra salvaguardia, y tal vez sean los más amenazados.

10. Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) están formados por la diversidad del material genético que contienen las variedades tradicionales y los cultivares modernos que cultivan los agricultores, así como las plantas silvestres afines de las cultivadas y otras especies de plantas silvestres que se pueden utilizar para obtener alimentos, piensos con destino a los animales

domésticos, fibras, ropa, cobijo, madera de distintos tipos, energía, etc.⁷. Estas plantas, semillas o cultivos se mantienen con fines de estudio, ordenación o utilización de la información genética que poseen. El término de "recursos genéticos" encierra la implicación de que el material tiene o puede tener valor económico o utilitario. Siguiendo la orientación de la Comisión, en el presente Informe se presta especial atención a los RFAA que contribuyen a la seguridad alimentaria.

11. La conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos son fundamentales para mejorar la productividad y la sostenibilidad de la agricultura, contribuyendo así al desarrollo nacional, la seguridad alimentaria y el alivio de la pobreza⁸. En el mundo actual no hay seguridad alimentaria si se considera el acceso a los alimentos⁹. Hay 800 millones de personas desnutridas y 200 millones de niños menores de cinco años con peso inferior al normal. En los próximos 30 años se prevé un crecimiento de la población mundial de más de 2 500 millones de habitantes, hasta llegar a los 8 500 millones. Será necesario mejorar el rendimiento de manera segura y sostenible si se quiere satisfacer la demanda de esta población creciente.

12. Antes de la aparición de los Estados modernos, es más, antes de que surgieran las primeras grandes civilizaciones, nuestros antepasados identificaban, mejoraban y utilizaban recursos fitogenéticos. Al iniciar la transición de la caza y la recolección a la agricultura hace unos 10 000 años, comenzaron a ocuparse del crecimiento y la producción de determinadas especies vegetales favoritas: plantas valiosas por sus aplicaciones religiosas, medicinales, alimenticias, aromáticas u otras de carácter utilitario. Estas prácticas condujeron lentamente a la domesticación de prácticamente todas las especies agrícolas de las que dependemos en la actualidad.

13. Las especies vegetales sometidas a domesticación conservaron la infinidad de características y defensas que normalmente permiten a las plantas silvestres adaptarse de manera perfecta a su medio ambiente y resistir a la sequía y los ataques de las plagas y enfermedades. A medida que las poblaciones emigraban, las plantas emigraban con ellas. La exposición a nuevos ambientes ejerció nuevas presiones de selección sobre las diversas especies. La incorporación a culturas humanas nuevas y cambiantes hizo que las especies adquirieran valor con distintos fines. Un grupo de personas podía fomentar el aprovechamiento de una especie como alimento, mientras que otro la podía destinar a la obtención de una bebida. Un grupo podía utilizar un cereal para hacer pan y otros podían seleccionar tipos más apropiados para mezclarlos con agua y hacer gachas, o bien para tostarlos. Una especie arbórea se podía utilizar para obtener madera, combustible, alimentos o cobijo.

14. Durante muchos siglos, los agricultores y sus familias, de los países tanto desarrollados como en desarrollo, han supervisado la evolución de los cultivos, combinando genes de formas nuevas y distintas para obtener "variedades locales" y otras variedades adaptadas a sus necesidades. Muy lejos del lugar de origen de las plantas antepasadas del cultivo y a mucha distancia de la región de su domesticación pueden surgir mutaciones. Un agricultor puede observar y aprovechar la mutación, añadiendo así un nuevo rasgo valioso a los que ya tenía el cultivo.

15. En los tiempos en que Darwin escribió "Variación en la domesticación", primer capítulo de *El origen de las especies*, los principales cultivos del mundo y otras especies domesticadas tenían una gran riqueza de diversidad, como consecuencia de la evolución natural y bajo influencia humana a lo largo de miles de años. Había, por ejemplo, arroz adaptado para crecer en varios metros de agua y otro

⁷ En el Artículo 2 del Compromiso Internacional aparece una definición más oficial: "a) "recursos fitogenéticos" son el material de reproducción o de propagación vegetativa de las siguientes clases de plantas: i) variedades cultivadas (cultivares) utilizadas actualmente y variedades recién obtenidas; ii) cultivares en desuso; iii) cultivares primitivos (variedades locales); iv) especies silvestres y de malas hierbas, parientes próximas de variedades cultivadas; v) estirpes genéticas especiales (entre ellas las líneas y mutantes selectos y actuales de los fitogenetistas);".

⁸ Se ha reconocido que el objetivo último de la conservación y utilización de los RFAA es su contribución a la agricultura sostenible y el desarrollo nacional. Reuniones subregionales de África oriental y las islas del Océano Índico y de África austral.

⁹ McCalla, A. F. (1994). Agriculture and Food Need to 2025: Why We Should Be Concerned. Sir John Crawford Memorial Lecture, CGIAR International Centres Week, 27 octubre 1994, Washington DC.

adaptado a regiones que recibían sólo una cantidad insignificante de lluvia al año. Había papas de formas, tamaños y colores muy variados: blancas, amarillas, rojas, azules y negras, tanto por dentro como por fuera. Había tipos de sorgo para hacer pan, otros para cerveza y otros con una parte fibrosa fuerte, utilizada para hacer cestos y escobas y en la construcción de viviendas. En las especies domesticadas también había una diversidad menos apreciable a simple vista, como por ejemplo la resistencia genética a las plantas y enfermedades y otras características transmitidas por los genes.

16. Cuando, a comienzos del presente siglo, el gran botánico y genetista ruso N.I. Vavilov viajó alrededor del mundo, observó que la diversidad de cada uno de los cultivos agrícolas no estaba dispersa de manera uniforme. Si bien se cultivaban papas en toda Europa y América del Norte, la mayor diversidad de formas se encontraba en los Andes. A pesar de su gran dispersión, la mayor diversidad del arroz se sigue observando entre la India oriental y China meridional, y la mayor diversidad del sorgo en las zonas de sabana comprendidas entre Sudán y Chad. La mayor diversidad de las plantas silvestres afines de las cultivadas y las variedades de los agricultores se sigue encontrando de manera predominante en las zonas cartografiadas por Vavilov.

17. Sin embargo, la evolución es un proceso continuo. Las mutaciones han dado lugar a nueva diversidad, y las personas han seguido identificando características adicionales y combinando material genético de manera creativa para formar nuevas variedades. El maíz, cuyo origen y zona primordial de diversidad está en América Central, tiene una fuente importante de diversidad en África, donde se han seleccionado y mejorado numerosos tipos distintos a lo largo de varios siglos. En algunos casos, la variación de tales zonas puede ser superior a la del lugar de procedencia del cultivo en la antigüedad¹⁰. Hay cultivos como el centeno y la avena que se pudieron transportar en la antigüedad en forma de malas hierbas en los campos de cebada y de trigo almidonero desde el Cercano Oriente y Mediterráneo, y se domesticaron y mejoraron en Europa. Esta asociación entre la población humana y la evolución de los cultivos en medios muy diversos es uno de los motivos de que la diversidad genética de las especies domesticadas no esté distribuida de la misma manera que la diversidad biológica en general.

18. En tiempos más recientes, es decir, en los 500 últimos años, los adelantos del transporte, sobre todo el marítimo, abrieron el camino a la emigración de un número mayor de plantas. Diversas especies del Nuevo Mundo, como los frijoles, el maíz y el caucho, se transportaron a Europa, África y Asia. La combinación de los tomates del Nuevo Mundo con la pasta hecha a base de trigo del Cercano Oriente constituyó el punto de partida de un plato italiano "tradicional" de la Roma actual. El arroz y la soja de Asia viajaron hasta las Américas, donde se convirtieron en cultivos importantes.

19. A lo largo de la historia, los recursos fitogenéticos han contribuido a la estabilidad de los agroecosistemas y proporcionado una materia prima fundamental para el surgir del fitomejoramiento científico moderno. Ahora siguen constituyendo la base de la evolución de los cultivos, como recurso natural que ha permitido a éstos adaptarse a una infinidad de medios y aplicaciones y que les permitirá responder a los nuevos factores adversos que surjan en el próximo siglo.

¹⁰ Harlan, J.R. (1975). *Crops and Man*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America.

Capítulo 1

Estado de la diversidad

20. En la actualidad se ven amenazados muchos recursos fitogenéticos que pueden ser vitales para el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria en el futuro. En los informes de los países se indica que las pérdidas recientes de diversidad han sido elevadas y que continúa el proceso de "erosión". Preocupa de manera particular la pérdida irreversible de genes, unidad funcional básica de la herencia y fuente primordial de la variación del aspecto, las características y el comportamiento de las plantas. También pueden perderse complejos de genes y especies, que en la práctica se convierten en extintos, y pueden desaparecer asimismo variedades de plantas (por ejemplo una variedad de trigo o de yuca). Mientras que las variedades pueden desaparecer sin una pérdida correspondiente de diversidad genética (los genes de una variedad perdida pueden mantenerse en otra), las variedades como combinación única de genes pueden tener un valor particular y una utilidad inmediata.

21. Sin embargo, son escasas las dudas de que la pérdida de diversidad de los RFAA ha sido enorme. Ahora bien, debido a que nadie conoce cuánta diversidad existía en el pasado en las especies domesticadas, no se puede decir con exactitud la que se ha perdido a lo largo de la historia. Tampoco es posible hablar con una seguridad o precisión totales del ritmo de pérdida de diversidad, puesto que no se ha preparado un inventario general en el que se nos informe de la que existe en el momento presente. Será necesario disponer de mejores inventarios de los recursos presentes todavía *in situ* y de evaluaciones detalladas de la diversidad genética de las colecciones *ex situ* para tener información con vistas a las actividades futuras y medir los progresos que se irán realizando en la conservación de los RFAA.

22. La principal causa contemporánea de pérdida de diversidad genética ha sido la generalización de la agricultura comercial moderna¹¹. La consecuencia, casi siempre involuntaria, de la introducción de nuevas variedades de cultivos ha sido la sustitución y la pérdida de variedades tradicionales de los agricultores con una diversidad elevada¹². Este proceso ha sido la causa de erosión genética que han citado con más frecuencia los países en sus informes (Figura 1.1).

23. Varios países han dado ejemplos concretos de sustitución reciente, y con frecuencia en curso, de variedades de los agricultores y de pérdida de plantas silvestres afines de las cultivadas:

- La República de Corea cita un estudio que demostraba que en 1993 se había sustituido el 74 por ciento de las variedades de 14 cultivos que se obtenía en fincas particulares en 1985.
- China informa que en 1949 se utilizaban cerca de 10 000 variedades de trigo. En los años setenta solamente se mantenían 1 000 de ellas. China señala también pérdidas de maní y arroz silvestres y de un antepasado de la cebada cultivada.
- Malasia, Filipinas y Tailandia notifican que se están sustituyendo variedades locales de arroz, maíz y frutas.

¹¹ Para determinar a grandes rasgos la extensión de la agricultura y los cultivos modernos, incluido el aumento de fertilizantes, maquinaria y riego, se pueden utilizar diversos indicadores. Por otra parte, debido a que las variedades tradicionales han compartido la historia con poblaciones y culturas particulares, la rápida disminución en este siglo del número de idiomas humanos hablados constituye también otro indicador de la presión sobre la diversidad fitogenética.

¹² La cuantificación de las pérdidas resulta difícil, puesto que no tenemos ninguna manera de conocer realmente la diversidad genética -en contraposición a la diversidad varietal- que contenían o la cantidad que existe todavía ahora. Además, los estudios realizados de la sustitución de cultivos de papas en el Perú, de maíz en México y de trigo en Turquía indican que algunos agricultores pueden continuar utilizando variedades tradicionales, incluso después de adoptar variedades modernas. Pueden hacerlo para disponer de un "seguro" o utilizarlas para obtener nuevas "variedades". (Brush, S. (1994). Providing Farmers Rights through the in situ conservation of crop genetic resources. Estudio informativo N°2, Comisión de Recursos Fitogenéticos. FAO, Roma.

- Etiopía señala que la cebada autóctona está sufriendo una erosión genética grave y que se está perdiendo el trigo duro.
- En los países andinos se indica que se está registrando una erosión en gran escala de variedades locales de cultivos autóctonos y de plantas silvestres afines de las cultivadas. Argentina señala pérdidas de *Amaranthus* y quinua.
- Uruguay informa de que se están sustituyendo numerosas variedades locales de hortalizas y de trigo. Costa Rica señala la sustitución de variedades autóctonas de maíz y de *Phaseolus vulgaris*.
- Chile describe pérdidas de variedades locales de papa, así como de avena, cebada, lentejas, sandía, tomate y trigo.

24. Un estudio en el que se presenta una perspectiva histórica de la pérdida de variedades está basado en información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos acerca de las variedades que han cultivado los agricultores estadounidenses en el último siglo. Se señala que la mayoría de las variedades (teniendo en cuenta los sinónimos, es decir, la utilización de nombres distintos para una sola variedad) ya no se encuentran ni en la agricultura comercial ni en ningún banco de germoplasma de los Estados Unidos. Por ejemplo, de las 7 098 variedades de manzano cuya utilización está documentada entre 1804 y 1904, se ha perdido alrededor del 86 por ciento. Asimismo, parece que han dejado de existir el 95 por ciento de las variedades de col, el 91 por ciento del maíz de campo, el 94 por ciento de los guisantes y el 81 por ciento de los tomates¹³. Los procesos de modernización y de sustitución de variedades, bien documentados en los Estados Unidos, se han llevado a cabo ya en otros muchos países y han provocado sin lugar a dudas pérdidas considerables de material genético único.

25. En Africa se señala la degradación y destrucción de bosques y matorrales como la principal causa de erosión genética. La mayoría de los países de América Latina informan de una erosión genética importante de especies forestales con importancia económica. En Cuba, Colombia, Ecuador, Panamá y Perú se citan ejemplos concretos. También se menciona el sobrepastoreo y la explotación excesiva en general en varios países, como Camerún, Burkina Faso, Guinea, Kenya, Marruecos, Nigeria, Senegal, Arabia Saudita y Yemen.

26. Los disturbios civiles y las guerras también han contribuido a la erosión genética en Africa y Asia. En informes del CIAT y el ICRISAT sobre sus actividades recientes encaminadas a restablecer material de plantación tradicional se describe la amenaza para variedades adaptadas de cultivos básicos en Rwanda¹⁴.

También existe una unión inseparable entre la diversidad cultural y biológica¹⁵. La pérdida de diversidad genética -en particular de variedades de los agricultores- está relacionada con frecuencia con la pérdida de conocimientos potencialmente útiles acerca de ese material.

27. No existe ningún sistema de vigilancia que advierta con rapidez de una erosión genética inminente. La comercialización de variedades mejoradas en zonas ricas en variedades de los agricultores, por ejemplo, se suele llevar a cabo sin notificarlo a las autoridades encargadas de la recolección y conservación de los RFAA. En la reunión subregional para Africa oriental y las islas del océano Indico, entre otras, se citaba la necesidad de preparar mecanismos que permitan conocer las amenazas para los RFAA y adoptar medidas para impedir las pérdidas.

¹³ Fowler, C. (1994). *Unnatural Selection: Technology, Politics and Plant Evolution*, Yverdon: Gordon and Breach Science Publishers.

¹⁴ CIAT (1994) Press Release, "Seeds of Hope" Program Takes Root in Rwanda, noviembre 1994. *Seeds of Hope: Report of the Inaugural Meeting at ILRAD, Nairobi, 21-2 septiembre 1994*.

¹⁵ Guarino, L. (1995) Secondary sources on cultures and indigenous knowledge. En: Guarino, L., Rao, R.V. y Reid, R. (eds.) *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines*, CAB International: Reino Unido.

Uniformidad y vulnerabilidad genética

28. La pérdida de diversidad genética en agricultura reduce el material genético disponible para uso de las generaciones presentes y futuras. Así pues, en este proceso se puede cerrar el camino a las posibilidades de desarrollo y evolución de diversas especies. El aumento consiguiente de la uniformidad puede provocar asimismo un mayor riesgo e incertidumbre. La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos describía la vulnerabilidad genética como "la situación que se produce cuando una planta cuyo cultivo está extendido 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"¹⁶. Aun cuando se haya introducido en una variedad moderna la resistencia a una cepa particular de un patógeno, puede bastar a menudo una pequeña mutación del patógeno para vencer esa resistencia de la noche a la mañana. El ejemplo más famoso del peligro de la uniformidad genética se produjo con la pandemia del decenio de 1840 del mildiú de la papa (*Phytophthora infestans*), que constituyó el desencadenante biológico de la "Gran Epidemia de Hambre" de Irlanda. En la actualidad, la uniformidad de los patrones de las cepas de California y la consiguiente susceptibilidad uniforme a una enfermedad virulenta está obligando a arrancar las viñas y sustituir las vides, con un costo de cientos de millones de dólares. En cuanto al banano, la "sigatoka negra" sigue siendo un problema¹⁷. En muchos casos es necesario recurrir de nuevo al almacén de diversidad genética disponible para la especie cultivada, en busca de genes que confieran resistencia a la plaga o enfermedad. Con frecuencia la única alternativa a esto es utilizar sustancias químicas, muchas de las cuales han perdido también su eficacia con la aparición de nuevas variedades de plagas o enfermedades resistentes. Tal como señalaba la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, "en un cierto sentido, la aplicación de plaguicidas a los cultivos pone de manifiesto también la vulnerabilidad genética"¹⁸.

29. En el momento presente existe una uniformidad genética considerable en una serie de cultivos. Por ejemplo, los híbridos F1 del arroz -que en China pasaron de ocupar cinco millones de hectáreas en 1979 a 15 millones en 1990- comparten una fuente común de esterilidad fitoplásmica masculina y el locus *sd-1*¹⁹. El girasol tiene una uniformidad análoga. La protección de la cebada europea frente al ataque del mildiú depende cada vez más de un solo gen y un solo fungicida²⁰. Sin embargo, no se dispone de un sistema general o coordinado para vigilar la uniformidad de las especies agrícolas, y no se ha perfeccionado suficientemente ningún mecanismo metodológico que facilite la evaluación de la vulnerabilidad genética correspondiente.

¹⁶ National Academy of Sciences (1972) Genetic Vulnerability of Major Crops, Washington: NAS.

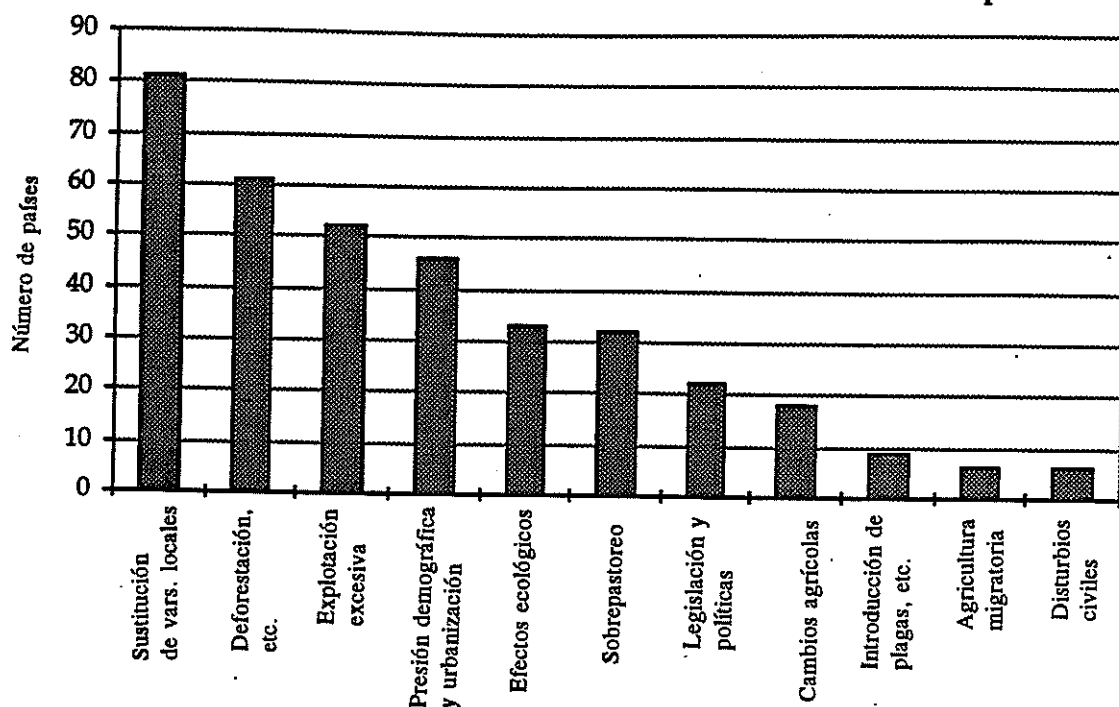
¹⁷ INIBAP (1994). Annual Report.

¹⁸ National Academy of Sciences (1972) Genetic Vulnerability of Major Crops, Washington: NAS.

¹⁹ National Research Council (1993) Managing Global Genetic Resources. Washington: National Academy Press.

²⁰ Wolfe, M. Barley diseases: maintaining the value of our varieties. Barley Genetics VI, Vol. II.

Figura 1.1: Principales causas de erosión genética citadas en los informes de los países



Capítulo 2

Estado de determinadas especies y cultivos

30. En una perspectiva de alcance mundial, es notablemente pequeño el número de cereales cultivados que satisfacen una proporción elevada de las necesidades totales de alimentos (Figura 2.1). Sin embargo, cuando se analiza el suministro de energía de los alimentos a nivel subregional, se observa que aumenta mucho el número y los tipos de cultivos que tienen importancia. Entre éstos figuran el sorgo, el mijo, la papa, la caña de azúcar y la remolacha azucarera, la soja, la batata, los frijoles y los bananos y plátanos (Figura 2.2). La yuca, por ejemplo, proporciona más de la mitad de la energía de origen vegetal en África central, a pesar de que su contribución en todo el mundo es de sólo el 1,6 por ciento. Aunque muchos de estos cultivos constituyen el alimento básico principal de millones de personas pobres de todo el mundo, la atención o las inversiones en investigación y mejoramiento de que son objeto son mucho menores. Otros cultivos alimentarios importantes son el maní, el guandú, la lenteja y el caupí. También se obtiene una proporción importante de la energía consumida de la carne, que en último término se deriva de las plantas forrajeras y de los pastizales. La recolección, la documentación y el aprovechamiento de estas plantas son en su mayor parte deficientes. Por otra parte, hay un número elevado de cultivos que son importantes por el suministro de otros factores de la alimentación (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, etc.).

31. La mayoría de los principales cultivos básicos están incluidos en el "mandato" de los diversos centros del GICAI, por lo que su posición es la más ventajosa a la hora de evaluar su situación mundial general. Sin embargo, la evaluación de los cultivos de los que no se ocupa el GICAI resulta más difícil, situación debida a la falta de información, la ausencia de unas responsabilidades claras de supervisión y vigilancia y la carencia general de atención a esos cultivos a lo largo de la historia. En las reuniones subregionales, los gobiernos mencionaron la necesidad de aumentar las actividades de investigación, fomento del mercado, inventarios e intercambio de información. En varias reuniones se destacó la importancia de las especies forestales, las de pastos y pastizales y las útiles en los medios secos y con una agricultura marginal²¹.

²¹ Reuniones subregionales de Asia oriental, de Asia central y occidental, del Mediterráneo y de América del Sur.

32. El resumen que sigue contiene información básica sobre el estado de algunos de los cultivos de productos alimenticios básicos. Hay que señalar que se trata de una lista ilustrativa y no definitiva de cultivos básicos.

Estado de los principales cultivos básicos

33. El arroz es el cultivo que por separado tiene mayor importancia mundial, mientras que el trigo es la planta cuyo cultivo está más extendido en todo el mundo. Junto con el maíz, estos cultivos satisfacen más del 50 por ciento del consumo de energía de origen vegetal de la población mundial (Figura 2.1). Los tres han sido objeto de una amplia labor de recolección, con el trigo en primer lugar. Sin embargo, sigue habiendo lagunas en las colecciones. Por ejemplo, las variedades locales de arroz de Madagascar, Mozambique y Asia meridional están todavía insuficientemente representadas en ellas, lo mismo que las especies de arroz silvestre de Africa oriental, central y austral y de América Latina.

34. Hay grandes colecciones de trigo en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT) y en el Centro Internacional de Investigación Agrícola en las Zonas Secas (ICARDA), del sistema del GCAI, así como en los programas nacionales de Rusia, la India, Alemania y los Estados Unidos. El Cuadro 2.1 contiene información sobre las colecciones de los principales cultivos. Alrededor del 43 por ciento de las muestras de arroz están en las seis mayores colecciones institucionales (IRRI, China, India, Estados Unidos, Japón y Tailandia), todas las cuales se ajustan a las normas internacionales de almacenamiento. La mayor colección de germoplasma de arroz se mantiene en el IRRI. El maíz se conserva en colecciones importantes de México, la India, los Estados Unidos, Rusia y el CIMMYT.

35. Se ha llevado a cabo una amplia labor de caracterización y evaluación de las muestras de estos cultivos, particularmente en los centros internacionales. Por lo que se refiere al arroz, el Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI) ha realizado una evaluación preliminar de las características agronómicas de una gran parte de su material. Para el maíz hay en América Latina una red de conservación activa, con el complemento de una importante actividad de evaluación, el Proyecto del Maíz de América Latina (PMAL). También se han organizado conjuntos parciales básicos. Aunque son abundantes los datos de evaluación de trigo, arroz y maíz, no todos están fácilmente accesibles. Todavía no se han organizado bases de datos mundiales, y la información existente suele estar dispersa en la bibliografía científica. Sin embargo, el IRRI ha puesto a punto un Sistema internacional de información sobre las colecciones de los bancos de germoplasma de arroz, que se ocupa de la información de pasaporte, caracterización y evaluación.

36. Los fitomejoradores han conseguido variedades mejoradas de estos tres cultivos importantes, sobre todo para medios favorables, y tales variedades han tenido fuertes repercusiones en el aumento de la producción de alimentos en todo el mundo. Sin embargo, los efectos en las zonas marginales han sido menores. Mientras que el mejoramiento del arroz ha tenido éxito en el cultivo de regadío, el éxito del mejoramiento ha sido más limitado para el arroz de secano. En el trigo se ha logrado un aumento espectacular del rendimiento en Europa occidental desde 1960, pero el rendimiento se ha incrementado mucho menos en zonas más secas, como los ecosistemas del Mediterráneo sudoriental. En el caso del maíz, muchas de las variedades mejoradas de híbridos disponibles en la actualidad no se ajustan a los sistemas agrícolas no intensivos, como se ha demostrado en el cultivo constante de variedades locales por parte de los agricultores de subsistencia.

37. El sorgo y el mijo son cultivos alimentarios básicos que tienen importancia en gran parte de Africa y Asia. Varios institutos del GCAI y programas nacionales mantienen colecciones de estos cultivos. Las mayores para ambos están en el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT), que posee el 22 por ciento de todo el sorgo mundial y el 58 por ciento de todas las muestras de mijo perla²². Las metodologías de regeneración requieren un

²² La mayoría de las colecciones de estos cultivos del ICRISAT se conservan a plazo medio y se ha duplicado menos del 50 por ciento con fines de seguridad. CGIAR-SGRP Review Reports (1996). Report of External Review Panel of the CGIAR Genebanks Operations, ICRISAT.

ulterior perfeccionamiento. Para ninguno de los dos cultivos hay una base de datos mundial. El sorgo se cultiva ampliamente en América y en China, donde la producción se destina sobre todo a piensos, aunque en África se cultiva fundamentalmente para consumo humano. Más de un tercio de los tipos de mijo cultivados en la India son variedades mejoradas procedentes del ICRISAT.

38. Los principales cultivos de alimentos feculentos han recibido tradicionalmente menor atención que los cereales cultivados más importantes. Entre ellos cabe mencionar la papa, la batata, la yuca y el plátano. Las mayores colecciones de esos cultivos están en los centros del GICAI, pero algunos países tienen colecciones importantes (Cuadro 2.1). Se sabe que existen lagunas en las colecciones, sobre todo en la cobertura de las plantas silvestres afines de estos cultivos. Las variedades cultivadas suelen estar bien representadas, aunque sigue habiendo algunas carencias concretas. Estos cultivos se conservan por lo general en bancos de germoplasma de campo, aunque se está extendiendo la utilización de métodos de conservación *in vitro*. El alcance de la duplicación de seguridad de las colecciones es variable, y el de la caracterización, evaluación y utilización de algunas colecciones ha estado limitado por restricciones a la importación y por la necesidad de indización de los virus.

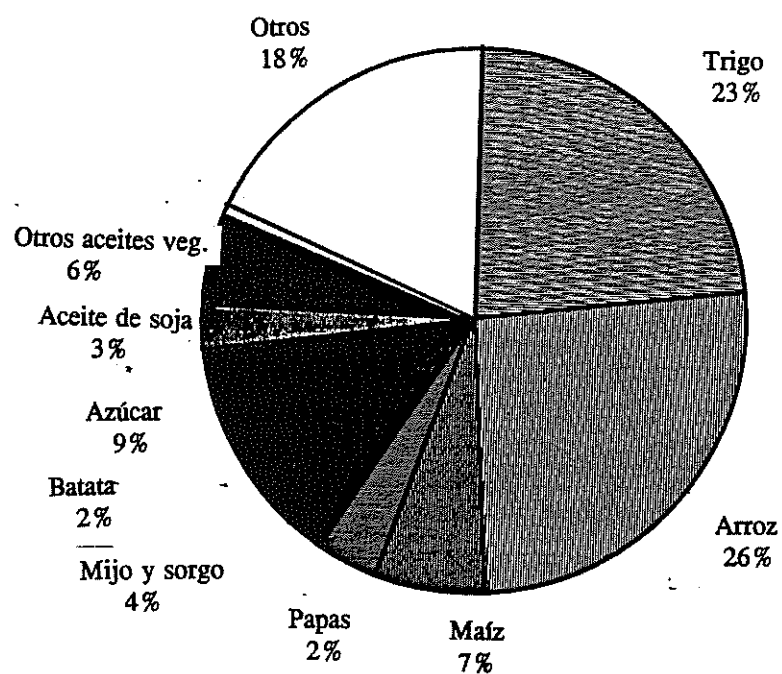
39. Son también varios los cultivos de leguminosas que desempeñan una función destacada en el suministro de alimentos a nivel mundial, como por ejemplo los frijoles y la soja. Hay colecciones importantes de soja en China, el Centro Asiático de Investigación y Desarrollo sobre las Hortalizas (AVRDC), los Estados Unidos, el Brasil y Ucrania, mientras que la mayor colección de *Phaseolus* se mantiene en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con colecciones nacionales importantes en México y el Brasil. Las lagunas en las colecciones son particularmente evidentes para *Phaseolus*, con numerosas plantas silvestres afines infrarrepresentadas. La caracterización y evaluación de las colecciones suele ser incompleta. El CIAT y los Estados Unidos han definido colecciones básicas de *Phaseolus*.

Cultivos secundarios y especies infrautilizadas

40. En la mayoría de las reuniones subregionales celebradas durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional se destacó el hecho de que hay un grupo de plantas mucho mayor que el de los principales cultivos básicos con importancia desde el punto de vista local, nacional o regional. Se trata de cultivos como el tef, la bambarra, la digitaria, los mijos secundarios y la oca, que constituyen un alimento importante para un número elevado de personas.

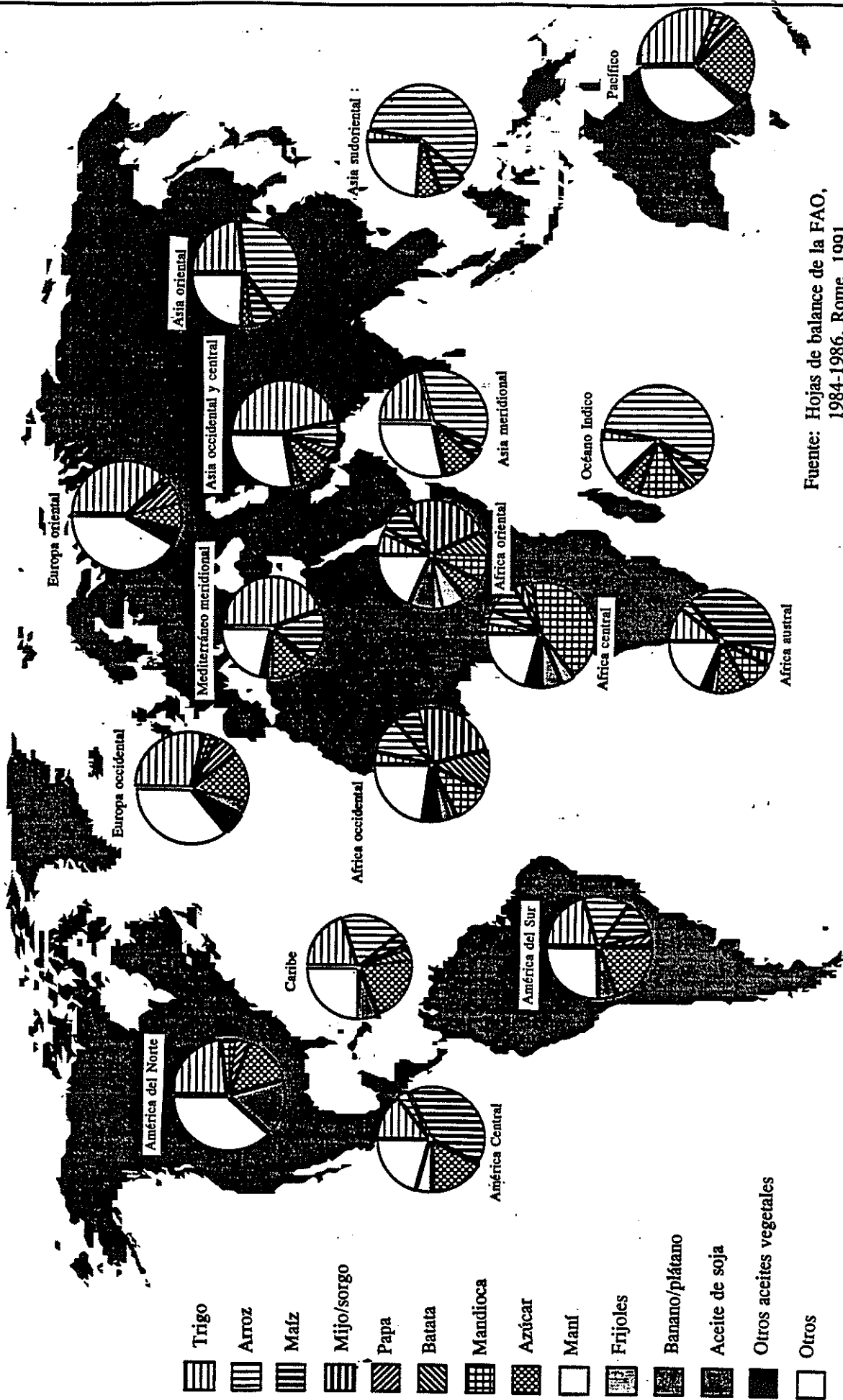
41. En muchas reuniones subregionales se llegó a la conclusión de que era necesario prestar más atención a los cultivos secundarios e infrautilizados. En la reunión subregional para África occidental y central, por ejemplo, se hizo un llamamiento en pro de la cooperación con las poblaciones locales para promover la ordenación sostenible de tales cultivos. En las reuniones subregionales para África oriental y para África austral se propuso la ampliación del mandato de los centros internacionales y de investigación agrícola con objeto de incluir una mayor gama de cultivos. Varios programas nacionales y del GICAI han aceptado recientemente algunas responsabilidades con respecto a cultivos secundarios e infrautilizados, como el frijol arroz, el frijol moth, el amaranto, el dólico de Goa, las habas y el frijol adzuki.

Figura 2.1: Proporción mundial del suministro de energía de los alimentos de distintas procedencias vegetales



Fuente: Hojas de balance de alimentos de la FAO, 1984-1986, Roma, 1991.

Figura 2.2 SUMINISTRO DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS BÁSICOS EN LAS SUBREGIONES DEL MUNDO



Cuadro 2.1: Las seis mayores colecciones de germoplasma *ex situ* de algunos cultivos

Cultivo	Total de muestras mundiales	Principales titulares										
		1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6
trigo	774 500	CIMMYT	13	EE.UU.	7	Rusia	6	India	6	Alemania	6	Italia
cebada	485 000	Canadá	14	EE.UU.	11	ICARDA	7	Reino Unido	6	Brasil	5	Rusia
arroz	408 500	IRRI	20	China	13	India	12	EE.UU.	8	Japón	5	Tailandia
maíz	277 000	México	12	India	10	EE.UU.	10	Rusia	7	CIMMYT	4	Colombia
<i>Phaseolus</i>	268 500	CIAT	15	EE.UU.	13	México	11	Brasil	10	Alemania	3	Rusia
soja	174 400	China	15	EE.UU.	14	AVRDC	10	Brasil	5	Ucrania	4	Rusia
sorgo	168 500	ICRISAT	21	EE.UU.	20	Rusia	6	Brasil	6	Etiopía	4	Australia
<i>Brassica</i>	109 000	India	16	Reino Unido	10	Alemania	9	EE.UU.	8	China	6	Corea, Rep. de
caupí	85 500	IITA	19	Filipinas	12	EE.UU.	11	AVRDC	7	India	6	Indonesia
maní	81 000	EE.UU.	27	India	20	ICRISAT	17	China	8	Argentina	6	Zambia
tomate	78 000	EE.UU.	30	AVRDC	9	Filipinas	6	Rusia	4	Alemania	4	Colombia
garbanzo	67 000	ICRISAT	26	ICARDA	15	Pakistán	9	EE.UU.	9	Irán	8	Rusia
algodón	49 000	India	34	Francia	13	Rusia	12	EE.UU.	6	Pakistán	5	China
batata	32 000	CIP	21	Japón	12	EE.UU.	8	Perú	6	Filipinas	5	(varios)
papa	31 000	CIP	20	Colombia	13	Alemania	13	EE.UU.	8	Argentina	4	Rep. Checa
haba	29 500	ICARDA	33	Alemania	18	Italia	13	España	6	Rusia	6	Francia
yuca	28 000	CIAT	21	Brasil	12	IITA	7	Uganda	6	India	5	Malawi
caucho	27 500	Malasia	76	Brasil	6	Côte d'Ivoire	5	Liberia	4	Viet Nam	4	Indonesia
ajo/cebolla	25 500	Alemania	18	Reino Unido	10	India	8	Rusia	5	Hungría	6	Francia
lenteja	25 000	ICARDA	40	EE.UU.	10	Rusia	8	Irán	7	Pakistán	4	India
remolacha azucarera	24 000	Alemania	25	Francia	12	Países Bajos	9	Yugoslavia	9	Rusia	7	Japón
palma de aceite	21 000	Zaire	83	Malasia	7	Brasil	3	Ecuador	1	Colombia	1	Indonesia
café	21 000	Côte d'Ivoire	35	Francia	20	Camerún	7	Costa Rica	7	Etiopía	6	Colombia
caña de azúcar	19 000	Brasil	26	India	22	EE.UU.	11	Rep. Domin.	11	Cuba	8	Venezuela
ñame	11 500	IITA	22	Côte d'Ivoire	20	India	8	Filipinas	5	Sri Lanka	4	Islas Salomón
banano/plátano	10 500	INIBAP	10	Francia	9	Honduras	9	Filipinas	6	Papua NG	5	Camerún
cacao	9 500	Brasil	24	Trinidad/Tab.	22	Venezuela	17	Francia	7	Costa Rica	6	Colombia
colocasia	6 000	Malasia	22	Papua NG	13	India	11	EE.UU.	8	Indonesia	7	Filipinas
cocotero	1 000	Sierra Leona	22	Venezuela	20	Francia	17	India	13	Colombia	11	Filipinas

Fuente: Base de datos del SIAM y examen de los bancos de germoplasma del GCIAI-SGRP.

Capítulo 3

Ordenación *in situ* y en fincas de los recursos fitogenéticos

42. Durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, se puso de manifiesto la falta de estrategias integradas de conservación de los RFAA basadas en la complementariedad de los sistemas *in situ* y *ex situ*²³, y se propuso un aumento de los recursos destinados a la conservación *ex situ*, especialmente en los países en desarrollo²⁴. Asimismo, durante el proceso preparatorio se señaló la necesidad de organizar varios sistemas distintos *in situ* para los RFAA:

- medidas específicas de conservación para las plantas silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres productoras de alimentos, particularmente en las zonas protegidas²⁵;
- ordenación sostenible de los pastizales, los bosques y otras zonas sometidas a explotación de los recursos²⁶;
- conservación de las variedades locales u otras tradicionales cultivadas en fincas y en huertos domésticos²⁷.

43. Tradicionalmente, los programas de conservación *in situ* han sido importantes sobre todo para la conservación de los bosques y los lugares valiosos por su fauna y flora silvestres o su interés ecológico (por ejemplo los humedales)²⁸. Mientras que la conservación *in situ* es habitual para los recursos genéticos forestales, su utilización ofrece aún posibilidades para la conservación de otros RFAA²⁹.

44. Las zonas protegidas de todo el mundo son 9 800 y ocupan alrededor de 926 349 000 hectáreas de superficie terrestre³⁰. Sin embargo, con la excepción de algunas especies arbóreas forestales, la conservación de las especies silvestres autóctonas de importancia agrícola suele ser un resultado no planificado de la protección de la naturaleza³¹. Hay, no obstante, varias excepciones que pueden servir como ejemplo de actividades de conservación que podrían llevarse a cabo en las zonas protegidas en relación con los RFAA. En varios países se utilizan las zonas protegidas para la conservación de árboles frutales silvestres, como por ejemplo en Alemania, la Comunidad de Estados Independientes, Sri Lanka y el Brasil. Israel ha realizado una investigación de vanguardia sobre la "conservación dinámica de los genes" para la conservación *in situ* del trigo almidonero silvestre, mientras que Turquía ha iniciado recientemente, un proyecto con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, *in situ* destinado a conservar plantas silvestres afines del trigo, la cebada y otras especies de interés agrícola. Dada la importancia de las plantas silvestres productoras de alimentos para el sustento local de muchas comunidades pobres, podrían hacerse nuevos esfuerzos para atender sus necesidades de conservación en las zonas protegidas³².

²³ Según la definición en el Convenio sobre la Diversidad Biológica: "Por conservación *in situ* se entiende 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".

²⁴ Reunión regional de Europa y reunión subregional de África oriental y las islas del Océano Índico.

²⁵ Reuniones subregionales de América del Sur y de África occidental y central.

²⁶ Reuniones subregionales de África austral y de África occidental y central.

²⁷ Reuniones subregionales de África oriental y las islas del Océano Índico, de África austral y de África occidental y central.

²⁸ Informes de síntesis de África oriental, de Europa y de África occidental.

²⁹ Informe de síntesis de Europa.

³⁰ UICN (1993). Lista de las Naciones Unidas de parques nacionales y áreas protegidas. Preparada (1994) por el CMVC y la CPNAP. UICN, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido.

³¹ Informe de síntesis de Europa.

³² Reunión regional de Europa; reunión subregional de América del Sur. En la reunión subregional de Asia meridional y sudoriental y el Pacífico también se insistió en la importancia de asegurar la participación activa de las comunidades locales en la ordenación de las zonas protegidas, a fin de tratar de conciliar los objetivos a veces contrapuestos de la conservación y la seguridad del sustento local.

Ordenación de los ecosistemas para la conservación de los RFAA

45. La mayoría de los recursos fotogenéticos de importancia para la alimentación y la agricultura están situados fuera de las zonas protegidas existentes, en ecosistemas como fincas, pastizales, bosques y otras zonas cuyos recursos se explotan. Muchas de éstas son zonas de recursos de propiedad común³³. Es frecuente que los RFAA de estos ecosistemas no sean simplemente objeto de conservación, sino también de explotación y mejoramiento. Por consiguiente, habrá que prestar la debida atención tanto a los problemas relativos a la conservación como a la productividad, así como a las limitaciones económicas y sociales que los acompañan. Los pastizales, por ejemplo, se ven afectados con mucha frecuencia por el sobrepastoreo y otros factores de degradación³⁴. También los bosques se ven sometidos a degradación y destrucción, debido a una ordenación inapropiada y a la deforestación para destinar la tierra a la agricultura y a otros usos. No obstante, varios países de África occidental han insistido en la importante función que desempeñan las comunidades locales que utilizan métodos tradicionales para la ordenación sostenible de los ecosistemas³⁵.

Ordenación en fincas de los RFAA

46. En muchos países, los agricultores conservan en la práctica la diversidad genética manteniendo las variedades locales tradicionales. También se ocupan de prácticas de ordenación, como la selección deliberada de semillas por sus diversas características, algunas otras formas de mejoramiento y la conservación de semillas para sembrarlas de nuevo. Tales prácticas van más allá de la pura conservación, mejorando los RFAA. Los agricultores que realizan estos tipos de actividades suelen tener unos recursos financieros escasos y cultivan tierras marginales. El acceso a variedades apropiadas mejoradas científicamente puede ser limitado, lo que explica el hecho de que básicamente sean autosuficientes en cuanto a las semillas destinadas a la siembra. Hay más de 1 000 millones de personas pertenecientes a familias agrícolas, y la responsabilidad de la ordenación y el mejoramiento de los RFAA reside en la actualidad en la propia familia.

47. Ante la falta de perspectivas realistas de hacer llegar a esas personas en un futuro próximo variedades de semillas mejoradas apropiadas, se han iniciado proyectos concretos para respaldar y fomentar la ordenación, conservación y mejoramiento "en fincas" de los RFAA. Estos proyectos se basan en estudios científicos recientes en los que se destaca la complejidad de los conocimientos indígenas y la eficacia de numerosas prácticas tradicionales para la conservación y el mejoramiento de los RFAA. En muchos proyectos intervienen organizaciones no gubernamentales que cooperan con universidades, institutos de investigación y bancos de germoplasma oficiales, como se ilustra en algunos ejemplos de los informes de los países:

- En Etiopía se mantienen *en fincas* variedades locales de los cultivos alimentarios más importantes, como el tef, la cebada, el garbanzo, el sorgo y el haba, mediante un programa del Instituto de Biodiversidad del país en cooperación con el Programa africano de Semillas de supervivencia.
- En Sierra Leona se ha iniciado un proyecto para la conservación *en fincas* de arroz y otros cultivos en el Instituto de Investigación sobre el Arroz de Rokpur, en el marco del Programa comunitario de fomento y conservación de la biodiversidad.
- En Filipinas, las organizaciones no gubernamentales (ONG) SEARICE Y CONSERVE trabajan con 140 agricultores de Mindanao "encargados" de la conservación y el ensayo de variedades de arroz y maíz, mientras que por medio de una iniciativa conjunta ONG-Universidad, el programa MASIPAG, se promueve la conservación en fincas de arroz y otros cultivos.
- En Bolivia hay cuatro proyectos importantes relacionados con la conservación *in situ* de cultivos en zonas protegidas, con la participación de comunidades bolivianas nativas.

³³ Scoones, I, Melynk, M. y Pretty, J.N. (1992) *The Hidden Harvest: Wild Foods and Agricultural Systems*, an annotated bibliography, IED, Londres con el WWF; Gland, y el OSDI, Estocolmo.

³⁴ Reunión subregional del Mediterráneo.

³⁵ Informe de síntesis de África occidental.

- En México, la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Autónoma de México llevan a cabo actividades de conservación *in situ* utilizando métodos de cultivo tradicionales en proyectos importantes en los estados de Guanajuato, Chiapas, Yucatán y Veracruz.

48. Además, la UE ha promulgado recientemente en Europa legislación que proporciona apoyo financiero a las medidas de conservación en fincas³⁶.

49. Son pocos los proyectos que se limitan a la mera conservación *in situ*. La mayoría están vinculados al apoyo de los sistemas agrícolas tradicionales, la mejora de los cultivos utilizando métodos participativos para el fitomejoramiento o los bancos de germoplasma comunitarios (es decir, una forma de conservación *ex situ*). En muchas zonas marginales donde viven la mayoría de los pequeños agricultores, la intensificación de las actividades de ordenación y mejoramiento en fincas de los RFAA puede ser una estrategia apropiada para mejorar el sustento de los agricultores, además de mantener a la población rural e impedir la degradación de la tierra³⁷. En estas actividades se utilizarán los recursos humanos existentes, es decir, los agricultores y sus familias, para obtener y mejorar material de plantación en las fincas y en los huertos familiares.

50. Los mecanismos de cooperación e intercambio mutuo de conocimientos prácticos, información, germoplasma y otros recursos entre los programas del sector oficial y los que se llevan a cabo *in situ*, incluso en fincas, están escasamente perfeccionados. Por consiguiente, es muy importante disponer de mecanismos apropiados de coordinación, por ejemplo por medio de comités nacionales, para facilitar la participación de las comunidades de agricultores e indígenas en la ordenación de los recursos fitogenéticos y aprovechar al máximo los beneficios de la complementariedad entre las actividades *in situ* y *ex situ*. Durante el proceso preparatorio se reconoció también que las actividades de conservación en fincas deberían estar integradas con las estrategias nacionales para la conservación y utilización de los RFAA. Se indicó que deberían introducirse políticas y reglamentos que promovieran la conservación sostenible en fincas de los cultivos y liberalizasen la comercialización de material de plantación con diversidad genética³⁸.

51. En el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional se señalaron varias actividades que se podrían promover para mejorar la ordenación en fincas de los RFAA y contribuir a la mejora del sustento de los agricultores, en particular los que tienen escasos recursos. Entre esas necesidades cabe mencionar las siguientes:

- promoción, apoyo y mejora de la selección de variedades por los agricultores para aumentar el rendimiento, su estabilidad, la tolerancia a los factores adversos y las características nutricionales y otras deseables³⁹. Para dicho apoyo se podrían utilizar métodos participativos de fitomejoramiento⁴⁰;
- mejora de las vinculaciones entre la conservación *ex situ* e *in situ*, con una mayor utilización de variedades locales procedentes de colecciones *ex situ* cuando se ajusten a las necesidades de los agricultores⁴¹. Este método puede ser aplicable también en los programas de recuperación de

³⁶ Reglamento del Consejo de la CEE, N°2078/92.

³⁷ Reunión subregional del Mediterráneo.

³⁸ Reuniones subregionales de Asia central y occidental, del Mediterráneo y de África austral; reunión regional de Europa; informe de síntesis de África austral.

³⁹ Berg T., Bjornstad, A., Fowler, C. y Skroppa, T. (1991). Technology Options and the Gene Struggle. Aas: NORAGRIC/Agricultural University of Norway.

⁴⁰ Reuniones subregionales del Mediterráneo, de América del Sur, de Asia central y occidental, de África occidental y central, de Asia meridional y sudoriental y el Pacífico y de América Central, México y el Caribe.

⁴¹ Guarino, L. y Friis-Hansen, E. (1995) collecting plant genetic resources and documenting associated indigenous knowledge in the field: a participatory approach. En: Guarino, L. Ramanatha Rao, V. y Reid, R. (eds) Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. CAB International: Oxon, Reino Unido.

RFAA destinados a zonas que han sufrido pérdidas de éstos debido a disturbios civiles o catástrofes naturales⁴²;

- promoción de la producción de semillas en fincas por los agricultores y apoyo a los mecanismos no oficiales de intercambio de semillas⁴³.

52. Son numerosos los ejemplos de variedades locales que se pierden debido a las guerras, los disturbios civiles y las catástrofes naturales. En tales circunstancias hay un número elevado de familias de agricultores que pueden verse obligadas a emigrar, abandonando los cultivos en el campo y perdiendo las semillas destinadas a la siembra en la temporada siguiente. En estas situaciones, la recuperación de semillas adaptadas localmente puede desempeñar una función importante en la reorganización de los sistemas agrícolas.

53. En Rwanda, el CIAT estima que las variedades mejoradas de diversos cultivos importadas de fuera de la región reducirán considerablemente el rendimiento, en comparación con las variedades tradicionales de los agricultores rwandeses, debido a que las importadas no están bien adaptadas a las condiciones locales. Varios centros del GICAI han cooperado en la identificación de variedades locales rwandesas almacenadas en bancos de germoplasma de fuera del país. Se están multiplicando y devolviendo a los agricultores para que las siembren semillas de frijoles, sorgo, mijo y maíz. Este programa relativamente económico está contribuyendo a aumentar el suministro de alimentos, reducir los costos de la asistencia exterior y ayudar a establecer un sistema agrícola sostenible.

54. Con frecuencia se emprenden iniciativas como las de Rwanda con carácter voluntario y especial. Los órganos internacionales o regionales no han llegado a ningún acuerdo sobre responsabilidades institucionales, ni existe un mecanismo de coordinación. La movilización y la recaudación de fondos para cada una de las situaciones de urgencia se tienen que iniciar cada vez desde la nada. En muchos casos no hay ninguna respuesta en absoluto en relación con el aspecto de los RFAA de la tragedia. En las iniciativas recientes de la FAO sobre la seguridad de las semillas, se vincula la conservación de los cultivos locales con la utilización del germoplasma, mediante la producción de semillas en las fincas para su distribución a los agricultores locales y las comunidades vecinas. De esta manera se asegura también una respuesta rápida a las necesidades de semillas de urgencia con un costo relativamente bajo, garantizando al mismo tiempo la conservación de la diversidad genética de los cultivos locales.

Capítulo 4 Conservación *ex situ*

55. La amenaza de la erosión genética, de la que se hicieron eco por primera vez dos científicos, Harlan y Martini, en un artículo técnico publicado en los años treinta, dio lugar a las primeras iniciativas internacionales de la FAO en el siguiente decenio, y por último a la creación en 1974 del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), entonces órgano independiente al que proporcionaba la secretaría de la FAO, con objeto de coordinar un programa internacional sobre los recursos fitogenéticos.

56. El resultado práctico de éstos y otros acontecimientos fue un esfuerzo concertado para recolectar y conservar recursos fitogenéticos (por lo general *ex situ*, en bancos de germoplasma) antes de que desaparecieran. Es importante señalar que esta actividad se llevó a cabo en los años setenta en una atmósfera de crisis. Los expertos estaban convencidos, y tenían buenos motivos para ello, de que disponían de muy poco tiempo para recolectar y salvaguardar esos recursos, a fin de evitar su desaparición del campo.

⁴² Reuniones subregionales de África oriental y las islas del Océano Índico, de África austral y de África occidental y central.

⁴³ Cromwell, E. y Wiggins, S. (1993) *Sowing Beyond the State: NGOs and Seed Supply in Developing Countries*. Overseas Development Institute: Londres.

57. La urgencia del momento y la rapidez de la actuación permitieron conseguir dos resultados:

- a) el agrupamiento de una serie de estructuras institucionales, fuentes de financiación, estrategias, expertos y bancos de germoplasma contruidos con rapidez para hacer frente a la crisis; y
- b) la recuperación y acumulación de una colección enorme de recursos fitogenéticos.

58. El "sistema" actual de bancos de germoplasma y las colecciones que contiene se organizaron en gran medida durante los años de la crisis del decenio de 1970 y comienzos del de 1980. Al llegar al siglo XXI, lo hacemos con todas las ventajas e inconvenientes que esto conlleva.

59. El número de bancos de germoplasma ha aumentado con rapidez desde comienzos de los años setenta, cuando eran menos de 10 y tal vez había en ellos menos de medio millón de muestras. En la base de datos del SIAM hay ahora registrados en total 1 308 bancos de germoplasma. Con arreglo a esta base de datos y a la información facilitada en los informes de los países, se calcula que hay alrededor de 6,1 millones de muestras almacenadas en todo el mundo en colecciones de germoplasma *ex situ*, de las cuales unas 527 000 están en bancos de germoplasma de campo. La información relativa a las muestras mantenidas *in vitro* es incompleta. Posiblemente sean menos de 37 600 las muestras que se conservan de esta manera⁴⁴. En el total están incluidas numerosas colecciones de trabajo mantenidas por fitomejoradores, así como las colecciones creadas expresamente para la conservación a largo plazo⁴⁵. El Cuadro 4.1 contiene información sobre el porcentaje de bancos de germoplasma y de muestras del total mundial que hay en cada región, mientras que en los Cuadros 4.2, 4.3 y 4.4 se facilita información sobre los principales bancos de germoplasma nacionales, regionales y del GICAI, así como sobre sus colecciones.

60. Las colecciones presentan variaciones en cuanto a las especies cultivadas comprendidas, la amplitud del acervo genético de cultivos que contienen, el tipo de muestras (plantas silvestres afines, variedades locales o cultivares avanzados) y la procedencia del material. En la Figura 4.1 se desglosan las colecciones *ex situ* mundiales por grupos principales de cultivos.

61. La información más actual del SIAM indica que más del 40 por ciento de todas las muestras que hay en los bancos de germoplasmas son cereales. El grupo siguiente es el de las legumbres de consumo humano, ocupan alrededor del 15 por ciento de las colecciones mundiales almacenadas *ex situ*. Las hortalizas, las raíces y tubérculos, las frutas y los forrajes ocupan cada uno menos del 10 por ciento de las colecciones mundiales⁴⁶. Es rara la presencia de especies medicinales, de especias, aromáticas y ornamentales en colecciones públicas de larga duración. En tales colecciones no es fácil encontrar plantas acuáticas de interés para la alimentación y la agricultura⁴⁷.

62. La información de la base de datos del SIAM indica que el 48 por ciento de las muestras cuyo tipo se conoce son cultivares avanzados o líneas de mejoramiento, mientras que el 36 por ciento son variedades locales o cultivares antiguos y alrededor del 15 por ciento son plantas silvestres o malas hierbas, o bien variedades afines de las cultivadas. Sin embargo, en estas estimaciones puede haber un margen grande de error, puesto que solamente se conoce el tipo de muestra de un tercio del total. En las colecciones de los bancos de germoplasma del GICAI hay una tendencia mayor hacia las variedades

⁴⁴ Según la base de datos del SIAM de la FAO.

⁴⁵ Este número se obtiene utilizando el mayor de los números de muestras por país indicados en los informes de los países y los registrados en la base de datos del SIAM. Las discrepancias entre las dos fuentes se deben con frecuencia a la inclusión o exclusión de colecciones de trabajo.

⁴⁶ Los porcentajes se basan en los datos del SIAM, no actualizados con la información de los informes de los países. La información de estos documentos un número de muestras en los bancos de germoplasma superior al registrado en el SIAM. Sin embargo, en los informes de los países no figura un desglose de las muestras por tipos, por lo que estos porcentajes se basan en el menor número de muestras documentados en el SIAM.

⁴⁷ El ICLARM señaló que deberían recogerse determinadas algas.

locales. Consideradas en conjunto, estas colecciones contienen un 59 por ciento de variedades locales y cultivares antiguos, un 14 por ciento de plantas silvestres y malas hierbas afines de plantas cultivadas y un 27 por ciento de cultivares avanzados y líneas de mejoramiento.

63. También hay grandes diferencias en el porcentaje de material que es autóctono de las colecciones *ex situ*. Las colecciones nacionales de Grecia, Turquía y muchos países de África austral están formadas en su mayor parte por material autóctono. En cambio, las colecciones *ex situ* de los Estados Unidos contienen un 19 por ciento de material autóctono, y las colecciones *ex situ* del Brasil un 24 por ciento⁴⁸.

64. Debido a que nunca ha existido un inventario general de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (silvestres y domesticados, *in situ* y *ex situ*), es imposible determinar hasta qué punto las colecciones *ex situ* actuales son representativas de la diversidad total existente *in situ*. Es probable que las colecciones de variedades locales de cereales sean más "completas" que las de legumbres, la mayoría de las raíces cultivadas, frutas y hortalizas (con la posible excepción de la papa y el tomate)⁴⁹. Se suele reconocer que la cobertura de las plantas silvestres afines de las cultivadas es muy escasa, al igual que la de muchas especies forrajeras. Sólo hay un número relativamente pequeño de las principales especies de árboles forestales de plantación conservado *ex situ*, fundamentalmente por medio de colecciones vivas, incluso en programas coordinados internacionalmente. El ILRI comunicó que había una necesidad general de recolección de forrajes y árboles forrajeros.

65. Numerosos países señalaron en sus informes la falta de conocimientos acerca de los recursos fitogenéticos autóctonos y la necesidad de encuestas, inventarios, estudios taxonómicos y otros análisis de la diversidad existente⁵⁰. Ante la importancia que se concede a llenar determinadas lagunas conocidas de las colecciones actuales y añadir nuevas especies a ellas (por ejemplo, "cultivos infrautilizados" y especies ornamentales, de especias, aromáticas, medicinales, forrajeras, etc.), la carencia de inventarios adecuados es un obstáculo cada vez mayor para la planificación y definición de prioridades en relación con la recolección y otras actividades de conservación.

Estado de las colecciones conservadas a largo plazo

66. La mayoría de los países carecen de instalaciones para el almacenamiento y conservación *ex situ* a largo plazo de los recursos fitogenéticos. Aunque 77 países han comunicado que tienen servicios de almacenamiento de semillas idóneos para la conservación a medio/largo plazo, probablemente sean menos de la mitad los que ofrecen un sistema seguro de ordenación a largo plazo de las muestras⁵¹. (En particular, uno de los mayores bancos de germoplasma del mundo, el del Instituto Vavilov de Rusia, no tiene en este momento instalaciones de conservación a largo plazo). Por otra parte, hay 12 bancos de germoplasma internacionales de los GCIAI y regionales que cuentan con instalaciones seguras de conservación a largo plazo.

⁴⁸ Los países que facilitaron información voluntaria sobre este tema en sus informes podrían tener conceptos distintos de "autéctono". La finalidad para la que se creó el banco de germoplasma también influye en los tipos de material conservado. Algunos programas han estimado que su misión consiste en conservar material de origen nacional, mientras que otros han reunido colecciones según las necesidades de los programas de mejoramiento. En este último caso, se supone que en el banco de germoplasma se conservaría un porcentaje menor de material "autéctono". Por último, el acceso al material exótico y la capacidad para conservar muestras adicionales han limitado la composición de las colecciones de algunos países.

⁴⁹ Plucknett, Donald, *et. al.* (1987). *Genebanks and the World's Food*. Princeton: Princeton University Press.

⁵⁰ Entre estos países figuraban los siguientes: Camerún, República Centroafricana, Congo, Gabón, Eritrea, Etiopía, Kenya, Rwanda, Sudán, Mauricio, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, Sudáfrica, Tanzania, Togo, Zimbabwe, Benin, Níger, Nigeria, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente, Trinidad y Tabago, Canadá, Estados Unidos, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela, Camboya, China, Japón, Islas Cook, Papua Nueva Guinea, Samoa, Bangladesh, India, Maldivas, Malasia, Myanmar, Filipinas, Tailandia, Austria, Estonia, Lituania, Polonia, Ucrania, Alemania, Irlanda, Italia, Países Bajos, Noruega, España, Suecia, Irán, Iraq, Uzbekistán, Egipto, Chipre, Jordania y Turquía.

⁵¹ En la base de datos del SIAM se enumeran cerca de 400 bancos de germoplasma que ofrecen instalaciones de conservación a largo o medio plazo. La seguridad ofrecida depende del nivel de las instalaciones y su equipo, la fiabilidad del suministro de energía, la disponibilidad de procedimientos razonables de duplicación y regeneración de seguridad y la calidad y eficacia de la ordenación.

67. Varios países se han ofrecido en principio a poner a disposición sus instalaciones de conservación *ex situ* o acoger instalaciones regionales para el mantenimiento seguro de material de otros países en condiciones mutuamente convenidas. Son los siguientes: Etiopía, República Islámica del Irán, Kenya, Pakistán, España, Turquía, Turkmenistán, Uzbekistán, India, Argentina, Brasil, Ecuador, Chile, China, Estados Unidos y el Banco de Germoplasma Nórdico.

68. Hasta el momento no se ha realizado ningún examen general independiente de las instalaciones y el funcionamiento de los bancos de germoplasma. No obstante, es evidente que todas las regiones tienen bancos cuyo funcionamiento se ajusta a normas muy estrictas. Sin embargo, por cada uno de éstos hay otros muchos que tal vez sean incapaces por el momento de desempeñar la función básica de conservación de un banco de germoplasma.

69. Varios países adjuntaron en su informe datos sobre la situación de las instalaciones de los bancos de germoplasma y señalaron diversas dificultades. En particular, dichos países citaron las siguientes:

- Problemas de equipo, particularmente en el de refrigeración⁵², y falta de equipo de limpieza de las semillas y control de la humedad.
- Inseguridad del suministro de energía eléctrica y necesidad de generadores de apoyo⁵³.
- Dificultades en el secado de las semillas, especialmente en las regiones húmedas de África, Asia y América Latina⁵⁴.

70. En los años setenta y ochenta se crearon numerosos bancos de germoplasma, al parecer sin adoptar medidas para dotarlos de un apoyo financiero constante por parte de donantes o de los gobiernos huéspedes. Algunos de estos bancos de germoplasma ya han cerrado⁵⁵. Varios están en un estado de deterioro rápido, apreciable no sólo en la estructura material y en los problemas de equipo, sino también, lo que es más inquietante, en las elevadas necesidades de regeneración. El apoyo nórdico a las instalaciones regionales de la SADC es prácticamente el único ejemplo conocido de compromiso a largo plazo de un donante -en este caso 20 años- para hacer funcionar una instalación construida por él.

71. Alrededor de la mitad de los países que presentaron su informe señalaron el grado de duplicación de sus colecciones con fines de seguridad. De éstos, 11 países (15 por ciento) notificaron que sus colecciones (436 000 muestras) estaban totalmente duplicadas. Del resto, 51 países (71 por ciento) señalaron que había una duplicación parcial y 10 (14 por ciento) indicaron que no había ninguna duplicación de seguridad. Es posible, e incluso cierto, que algunas muestras están duplicadas y se encuentran en bancos múltiples de germoplasma desconocidos para uno nacional particular. La falta de datos sobre cada una de las muestras impide por ahora evaluar de manera general el grado de duplicación o redundancia entre las colecciones. Se sabe que algunas colecciones concretas tienen un número apreciable de muestras distintas no sometidas a condiciones de larga duración, junto con una tasa muy baja de duplicación de seguridad⁵⁶.

⁵² Incluidos Camerún, Congo, Guinea, Madagascar, Senegal, Togo, Uganda, Egipto, Iraq, Viet Nam y Rumania. Guinea, por ejemplo, informó que sus cámaras frigoríficas no funcionaban y Rumania señaló que su unidad de almacenamiento a largo plazo no estaba en funcionamiento.

⁵³ Han indicado esto, entre otros, Camerún, Angola, Malawi, Cuba, Bangladesh, Egipto, Iraq y Turquía.

⁵⁴ Durante las visitas organizadas por la FAO a bancos de germoplasma, en varios países de África oriental y austral prácticamente no se encontró ninguna secadora de semillas en funcionamiento. Chipre, Moldova, Nepal y Viet Nam también señalan la falta de capacidad de secado de semillas.

⁵⁵ Véase, por ejemplo, el informe de Túnez.

⁵⁶ En un examen externo reciente de las operaciones de los bancos de germoplasma del GICIAI se citaban varios ejemplos. Se comprobó que el 80 por ciento de las más de 100 000 muestras del Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas no estaban sometidas a almacenamiento a largo plazo y se indicó que el ICRISAT debería "examinar urgentemente sus mecanismos para la duplicación de seguridad...". Informe del grupo de examen externo de las operaciones de los bancos del germoplasma del GICIAI, Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (ICRISAT).

72. No hay información que permita determinar el número de muestras de las colecciones *ex situ* que son "únicas" y el número de las que son duplicados en todo el mundo. Sin embargo, en un estudio publicado en 1987 se estimaba que el 35 por ciento de las muestras de 37 cultivos eran distintas entre sí⁵⁷, mientras que el resto eran duplicados. Este estudio estaba basado en un total de 2,5 millones de muestras, independientemente de las condiciones de almacenamiento. El total mundial es en la actualidad más del doble de esa cifra, y el fuerte aumento no se puede explicar exclusivamente por la labor de las misiones de recolección del decenio pasado, por lo que cabe suponer que el grado de duplicación involuntario y redundante es ahora superior. Efectivamente, partiendo de esta hipótesis, en el reciente estudio realizado sobre los recursos fitogenéticos mundiales por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos se pedía que se redujeran al mínimo las redundancias⁵⁸.

Regeneración

73. Incluso en condiciones óptimas de almacenamiento *ex situ*, la viabilidad de las semillas va disminuyendo, por lo que es necesaria la regeneración a fin de reponer las existencias⁵⁹. Suponiendo que el ciclo de regeneración sea como promedio de 10 años o más, cabe prever unas necesidades anuales de regeneración de menos del 10 por ciento de las muestras. Sin embargo, alrededor del 95 por ciento de los países que facilitaron información específica sobre la regeneración indicaban un nivel de necesidad muy superior. Esta situación pone de manifiesto unas condiciones de almacenamiento deficientes, carencia de fondos e instalaciones para la regeneración, una ordenación inadecuada o una combinación de estos factores en muchos de los bancos de germoplasma mundiales. Por otra parte, la mayoría de los países señalan que encuentran algún tipo de dificultades para regenerar su material, indicando que necesitan apoyo y aumento de la capacidad. En la Figura 4.2 se muestra el porcentaje de las colecciones nacionales que necesitan generación por países. En la Figura 4.3 se indican los principales obstáculos para la regeneración cuya existencia reconocen los países en sus informes.

74. La FAO estima que en este momento puede ser necesario regenerar hasta un millón de muestras⁶⁰. Dado el elevado número de colecciones creadas en los dos últimos decenios y las actuales condiciones deficientes de muchos bancos de germoplasma, durante muchos años seguirá siendo grande la necesidad y la demanda de regeneración. Mediante una mejor coordinación, un aumento de la cooperación entre los bancos de germoplasma y la introducción de mejoras en los sistemas de información y documentación, se podrían reducir las necesidades actuales y futuras de regeneración.

Caracterización y documentación

75. La documentación de una gran parte de los RFAA de todo el mundo mantenidos en condiciones *ex situ* es insuficiente y deficiente. Algunos países han informatizado totalmente los sistemas de documentación y disponen de datos relativamente completos sobre las muestras. Se trata de la mayoría de los países europeos, Estados Unidos, Canadá, Japón, China, India, Brasil, Etiopía y Kenya. Muchos

⁵⁷ Plucknett, D. *et. al.* (1987). *Genebanks and the World's Food*. Princeton: Princeton University Press.

⁵⁸ National Research Council (1993). *Managing Global Genetic Resources: Agricultural Crop Issues and Policies*. Washington: National Academy Press.

⁵⁹ Al contrario de la regeneración, la "multiplicación" se debe efectuar cuando las existencias se reducen debido a la distribución y utilización. En la práctica, raras veces se necesita multiplicar el material sometido a conservación a largo plazo. Los usuarios, por ejemplo los mejoradores, deben recibir el material de colecciones de corta duración o de trabajo. En cambio, la regeneración de las colecciones de trabajo indica que no se están utilizando y que probablemente habría que trasladarlas a un lugar de almacenamiento a largo plazo.

⁶⁰ El número total de muestras conservadas en bancos de germoplasma *ex situ* es de alrededor de seis millones. En algunos casos se trata de colecciones activas o de trabajo; las colecciones base pueden contener tal vez tres millones de muestras, con cierto grado de duplicación. Como se ha indicado más arriba, el porcentaje de muestras únicas se puede estimar que es del orden del 35 por ciento. Suponiendo que esto sea aplicable a las colecciones base, el número de muestras únicas podría ser de alrededor de un millón. Por otra parte, si se supone que son únicas el 36 por ciento de los seis millones de muestras, el número de muestras únicas se podría estimar que es de unos dos millones. Este podría considerarse que es el límite superior. Si se supone que la proporción de muestras que necesitan regeneración es del 48 por ciento, cabe estimar que el volumen atrasado de muestras que necesitan regeneración es de 0,5 a un millón. Sin embargo, algunas de estas muestras pueden haber perdido ya su viabilidad o integridad genética, o bien pertenecer a poblaciones en las que podría ser más rentable una nueva recolección que la regeneración.

países informan de una informatización parcial o en curso de los sistemas de documentación. En los países con colecciones de germoplasma *ex situ* descentralizadas, como varios de Europa occidental, los distintos institutos mantienen bases de datos y no existen sistemas centralizados de documentación. En numerosos países simplemente no hay información sobre las muestras de las propias colecciones⁶¹. En general, se carece de documentación a nivel mundial sobre las actividades de conservación y los recursos *in situ*. Un total de 55 países señalan la necesidad de mejoras en los sistemas de documentación e información, y muchos insisten en la necesidad de sistemas integrados compatibles que permitan un intercambio fácil de información.

76. La información sobre la caracterización se refiere en general a características muy heredables que son independientes del medio ambiente, como por ejemplo las taxonómicas, frente a la información de evaluación, que se refiere sobre todo a rasgos de importancia agronómica, a menudo muy específicos del medio ambiente. La caracterización de las muestras proporciona información esencial para la ordenación de los bancos de germoplasma. Algunos datos de caracterización pueden ser también útiles para los fitomejoradores.

77. Como se observa en la Figura 4.4, el grado de caracterización de las colecciones es muy variable. En un estudio de 1984 se estimaba que el 80 por ciento de las muestras de las colecciones mundiales no estaban caracterizadas, y solamente se había efectuado una evaluación amplia del uno por ciento⁶². En otro estudio se indicaba que el 80-95 por ciento de las colecciones de germoplasma de todo el mundo carecían de datos de caracterización o de evaluación⁶³. Sin embargo, estas estadísticas generales pueden presentar diferencias considerables entre las especies. Por ejemplo, se ha comprobado que se disponía de datos precisos sobre el lugar de recolección (latitud y longitud) para el 78 por ciento de las muestras *ex situ* de especies silvestres de *Triticum* y *Aegilops*⁶⁴.

78. La información etnobotánica sobre la historia y las aplicaciones locales del germoplasma suele ser escasa y no está disponible en los sistemas de bases de datos.

Jardines botánicos

79. En todo el mundo hay alrededor de 1 500 jardines botánicos, de los cuales cerca de 700 tienen colecciones de germoplasma. Más del 60 por ciento de los jardines botánicos están situados en Europa, los Estados Unidos y los países de la antigua URSS. Algo más del 10 por ciento son de propiedad privada.

80. Los jardines botánicos conservan algunas especies ornamentales, plantas silvestres afines de las cultivadas, plantas medicinales y especies forestales. Más de 115 conservan también germoplasma de especies cultivadas, en particular variedades locales, plantas silvestres productoras de alimentos y otras especies no cultivadas de utilización local. Debido a que tales especies con frecuencia no están presentes en otras colecciones de germoplasma *ex situ*, los jardines botánicos desempeñan una función complementaria importante, en ocasiones no reconocida, en los sistemas de conservación *ex situ*.

81. Las especies que tienen importancia con fines medicinales y ornamentales están muchas veces más plenamente representadas en las colecciones de los jardines botánicos que en las tradicionales de RFAA. Por consiguiente, los jardines pueden llenar una laguna importante en los programas de conservación *ex situ*. En la Figura 4.5 se ilustra la participación de los jardines botánicos en la

⁶¹ Sólo 48 países de todo el mundo informan que disponen de datos de pasaporte para todas las muestras (alrededor de 2 millones) de sus colecciones. Sin embargo, los datos pueden ser mínimos.

⁶² Peeters, J.P. y Williams, J.T. (1984). Toward better use of genebanks with special reference to information. Recursos Genéticos Vegetales: Noticiario, 60:22-32.

⁶³ Plucknett, D.L. Smith, N.J.H., Williams, J.T. y Anishetty, N.M. (1987). Gene Banks and the World's Food. Princeton, New Jersey, Estados Unidos: Princeton University Press.

⁶⁴ Hodgkin, T. (1991). The core collection concept. En: Crop network-new concepts for genetic resources management. International Crop Network series 4. Roma, Italia: CIRF.

conservación *ex situ*. En la Figura 4.5 se ilustra la participación de los jardines botánicos en la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Muchos países han insistido durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional en la necesidad de aplicar un enfoque amplio a la conservación *ex situ* y de incluir los jardines botánicos y los arboretos en tales programas.

82. El número de muestras por taxones conservadas en los jardines botánicos suele ser de una a cinco. Esto indica que, si bien los jardines botánicos conservan una cantidad considerable de diversidad interespecífica, es muy escasa la diversidad genética intraespecífica que contienen. Esto puede representar un obstáculo para determinados tipos de utilización.

Mejora de la conservación ex situ

83. En conclusión, se ha puesto de manifiesto que es preciso aumentar la capacidad de conservación *ex situ* de varias maneras. Sin embargo, también se suele admitir que la sostenibilidad de las actividades de conservación depende de que las colecciones se mantengan en condiciones rentables⁶⁵. Hay que insistir, pues, en las medidas que permitan mejorar la eficacia de los programas de conservación, por medio de unas actividades más racionales y la utilización de métodos de conservación de bajo costo⁶⁶.

84. En particular, se ha señalado que son necesarias las siguientes medidas:

- identificación de prioridades para llenar las lagunas de las colecciones⁶⁷;
- perfeccionamiento de tecnologías de conservación de bajo costo, en particular las destinadas a las plantas de semillas no ortodoxas y de propagación vegetativa, con inclusión de métodos *in vitro* y la crioconservación⁶⁸;
- actividades de regeneración a nivel mundial⁶⁹;
- reducción de la duplicación innecesaria de muestras⁷⁰;
- fomento de la eficacia en la ordenación y utilización del germoplasma (por medio de colecciones básicas, sistemas de información y documentación mejores y más accesibles, etc.)⁷¹;
- caracterización y evaluación primarias, para facilitar la colaboración con los fitomejoradores y promover la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos⁷².

85. Durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, en varias reuniones subregionales se puso de relieve la importancia de la colaboración a nivel nacional, subregional y regional e internacional. Se señaló que aquí podría estar incluida la distribución de las cargas de la conservación *ex situ* a largo plazo, mediante la organización racional de colecciones base, activas y de trabajo⁷³.

⁶⁵ Reunión subregional de Asia oriental.

⁶⁶ Reunión subregional de Asia oriental.

⁶⁷ Reunión subregional de América del Norte.

⁶⁸ Reuniones subregionales de África oriental y las islas del Océano Índico, de América Central, México y el Caribe y de Asia oriental.

⁶⁹ Programa 21, párr. 14.57.

⁷⁰ Reuniones subregionales de América del Norte y de Asia oriental.

⁷¹ Reunión subregional de América del Norte.

⁷² Reunión subregional de América del Norte y reunión regional de Europa.

⁷³ Reuniones subregionales de África oriental y las islas del Océano Índico, de América del Norte, de África occidental y central y de África austral.

86. Se podría promover la sinergia preparando opciones voluntarias para que los países depositaran material en instalaciones de almacenamiento seguras fuera de sus fronteras sin comprometer sus derechos soberanos sobre tal material⁷⁴. En la reunión subregional de África occidental y central, por ejemplo, se indicó que tenía máxima prioridad la creación de un banco de germoplasma subregional⁷⁵. Se señaló que los bancos de germoplasma nacionales habrían de conceder prioridad a las colecciones activas o de trabajo, mientras que la conservación a largo plazo en colecciones base se podría llevar a cabo con mayor eficacia a nivel subregional⁷⁶. Se podría acudir a la financiación internacional para facilitar esta racionalización de la actividades basada en la ventaja comparativa.

Cuadro 4.1 Bancos de germoplasma y muestras en las colecciones <i>ex situ</i> nacionales y regionales, por regiones				
Región	Muestras		Bancos de germoplasma	
	Número	%	Número	%
África	353 523	6	124	10
América Latina y el Caribe	642 405	12	227	17
América del Norte	762 061	14	101	8
Asia	1 533 979	28	293	22
Europa	1 934 574	35	496	38
Cercano Oriente	327 963	6	67	5
Total	5 554 505	100	1 308	100

Fuente: Informes de los países y base de datos del SIAM

⁷⁴ Reuniones subregionales de Asia oriental, de África occidental y central, de África oriental y las islas del Océano Índico y de África austral.

⁷⁵ Reunión subregional de África occidental y central.

⁷⁶ Reuniones subregionales de África occidental y central y de África oriental y las islas del Océano Índico.

Cuadro 4.2 Instalaciones de almacenamiento ex situ y situación de la regeneración en los mayores bancos de germoplasma nacionales del mundo

País e instituto	Muestras	Instalaciones	Situación de la regeneración
China Instituto de Germoplasma de Cultivos	300 000	Almacenamiento a largo plazo; espacio disponible	No necesaria todavía, por tener el banco de germoplasma sólo ocho años
EE.UU. Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semillas	268 000	Almacenamiento a largo plazo; capacidad para un millón de muestras	19% de retraso; los principales obstáculos son la falta de recursos humanos e instalaciones para regenerar cultivos de polinización cruzada
Rusia VIR	177 680	Sin instalaciones de larga duración	Se requiere la regeneración con frecuencia
Japón NIAR	146 091	Instalaciones de larga duración	4% de retraso; ningún problema concreto notificado
India NBPGR	144 109	Nuevo banco de germoplasma en construcción, con capacidad para 600 000 muestras	63% de retraso; ningún problema concreto notificado
República de Corea RDA	115 639	Instalaciones de larga duración Capacidad total para 200 000 muestras	50% de retraso. Los principales problemas se refieren a especies de polinización cruzada
EE.UU. Colección Nacional de Cereales Menores	119 000	Colección activa	No aplicable
Canadá PGRC	100 000	Instalaciones de larga duración	Ningún problema concreto notificado
Alemania IPK, Gatersleben	67 000	Instalaciones de larga duración	El principal obstáculo está en los recursos de personal
Brasil CENARGEN	60 000	Instalaciones de larga duración Capacidad para 100 000 muestras	64% de retraso. Los principales obstáculos están en los fondos, la infraestructura y los recursos humanos
Alemania FAL, Braunschweig	57 000	Instalaciones de larga duración	El principal obstáculo está en los recursos de personal
Italia Bari	55 806	Instalaciones de larga duración	Ningún problema concreto notificado
Etiopía Instituto de Biodiversidad	54 000	Instalaciones de larga duración	Los principales obstáculos están en los fondos, la tierra y los recursos humanos
Hungría Instituto de Agrobotánica	45 833	Instalaciones de larga duración	Ningún problema concreto notificado
Polonia Instituto de Fitomejoramiento y Acclimatación	44 883	Instalaciones de larga duración	Ningún problema concreto notificado

Fuente: Informes de los países

Cuadro 4.3 Instalaciones de almacenamiento *ex situ* y principales cultivos conservados en los bancos de datos

<i>Banco de germoplasma</i>	<i>Año de creación</i>	<i>Muestras</i>	<i>Instalaciones de almacenamiento</i>	<i>Principales cultivos</i>
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	1976	35 056	LP, MP, IV, C	<i>Cucurbita</i> ; <i>Capsicum</i> ; <i>Phaseolus</i> ; café, cacao
Centro Asiático de Investigación y Desarrollo sobre las Hortalizas (AVRDC)	1971	37 618	LP, MP, C, IV	tomate; <i>Capsicum</i> ; soja; frijol mungo
Banco de Germoplasma Nórdico	1979	27 303	LP, MP, C, IV	cereales; frutas y bayas; forrajes; papas; hortalizas; raíces cultivadas; cultivos oleaginosos; legumbres
Centro de Recursos Fitogenéticos de la Comunidad para el Desarrollo del Africa Austral (SPGRC)	1988	312	LP	Colecciones base; duplicados de colecciones nacionales
Centro Árabe para el Estudio de las Zonas Áridas y las Tierras de Secano (ACSAD)			C	Arboles frutales

1 : LP= largo plazo, MP= medio plazo; IV = *in vitro*, C = campo

Fuente: SIAM

Cuadro 4.4 Instalaciones de almacenamiento *ex situ* y grado de duplicación de las colecciones de los centros del GCIAI

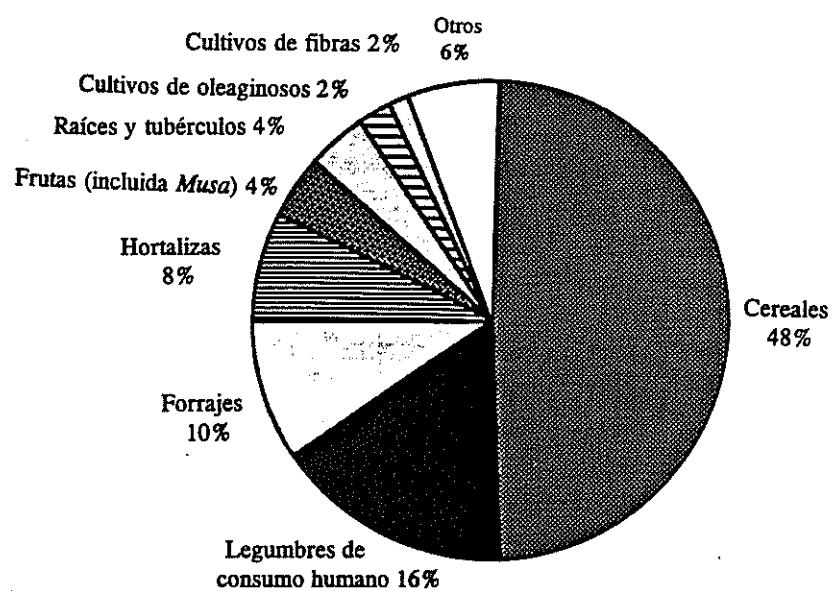
	No. de muestras	Instalaciones de almacenamiento	Capacidad de almacenamiento LP (muestras)	Observaciones	Duplicación
ICRISAT	110 374	LP, MP, CP, IV	96 500	Necesidad urgente de acelerar el proceso de transferencia de las colecciones a instalaciones LP. Principales obstáculos: fondos y personal	Mijo 24% Garbanzo 97% Guandú 22% Maní 28% Sorgo 42%
CIAT	70 940	LP, MP, CP, IV, C	100 000	El principal obstáculo es la disponibilidad de fondos. Muchas muestras tienen un número de semillas inferior al mínimo aceptable y se requiere con urgencia la regeneración. Para algunas muestras de forraje puede ser más eficaz la recolección que la regeneración	Phaseolus 76% Yuca 76%
CIMMYT	112 116	LP, MP, C	108 000	Regeneración de maíz y trigo en curso. Falta de recursos para las necesidades de regeneración. Las zonas de almacenamiento activo y base están casi llenas*	Trigo 50% Maíz 80%
CIP	13 844	LP, MP, IV, C, Cr	10 000	Muestras de semillas de papa todavía no regeneradas debido a limitaciones de recursos. Los principales obstáculos son los recursos financieros y humanos	Papa 100% Batata 93%
ICARDA	109 029	LP, MP, CP, C	70 000	Conexiones deficientes para las comunicaciones internacionales	Trigo duro 41% Haba 35% Lenteja 91% Garbanzo 51% Cebada 23%
ICRAF		LP, MP**, C	4 congeladores**	Hay que estudiar la posibilidad de la multiplicación de semillas a cargo de SNIA, ONG y agricultores por contrata	
IITA	39 765	LP, MP, IV, C	60-70 000	Problemas con el estado fitosanitario del germoplasma	Soja 47% Ñame 15% Cauí 30% Bambarra 17% Banano 89% Yuca 36% Arroz 42%
ILRI	13 470	LP, MP, IV, C	13 000	Se recomienda la contratación externa del trabajo de regeneración	Gramíneas y leguminosas forrajeras 74%
IRRI	80 646	LP, MP	108 060	Investigación de regeneración en curso	Arroz 76%
ADRAO	17 440	CP	20 000**	Almacenamiento LP en el IRRI y el IITA	
INIBAP/IIRF	1 046	IV, Cr, C		Necesidad de nuevas recolecciones de diversidad genética de <i>Musa</i>	<i>Musa</i> sp. 39%
Total	604 743				

Fuente: Examen de los bancos de germoplasma del GCIAI-SGRP

LP: largo plazo; MP: medio plazo; CT: corto plazo; IV: in vitro; Cr: criopreservación; C: campo

* Construcción de nuevas instalaciones en 1995-96. **Instalaciones previstas

Figura 4.1: Contribución de los principales grupos de cultivos a las colecciones *ex situ*



**Fuente: Base de datos
del SIAM de la FAO**

Figura 4.2: Porcentaje de las muestras de las colecciones nacionales que necesitan regeneración
Fuente: Base de datos del SIAM

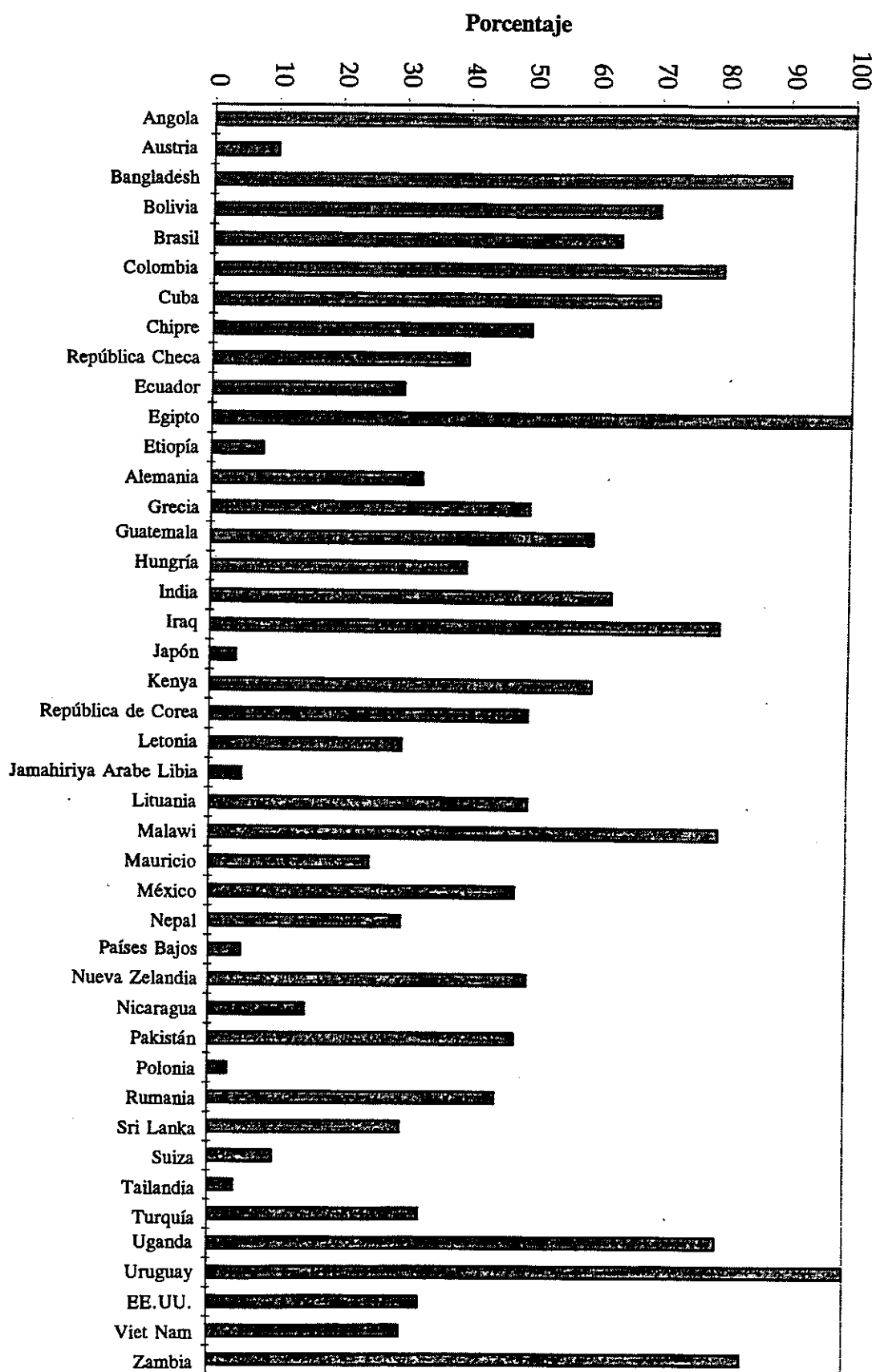
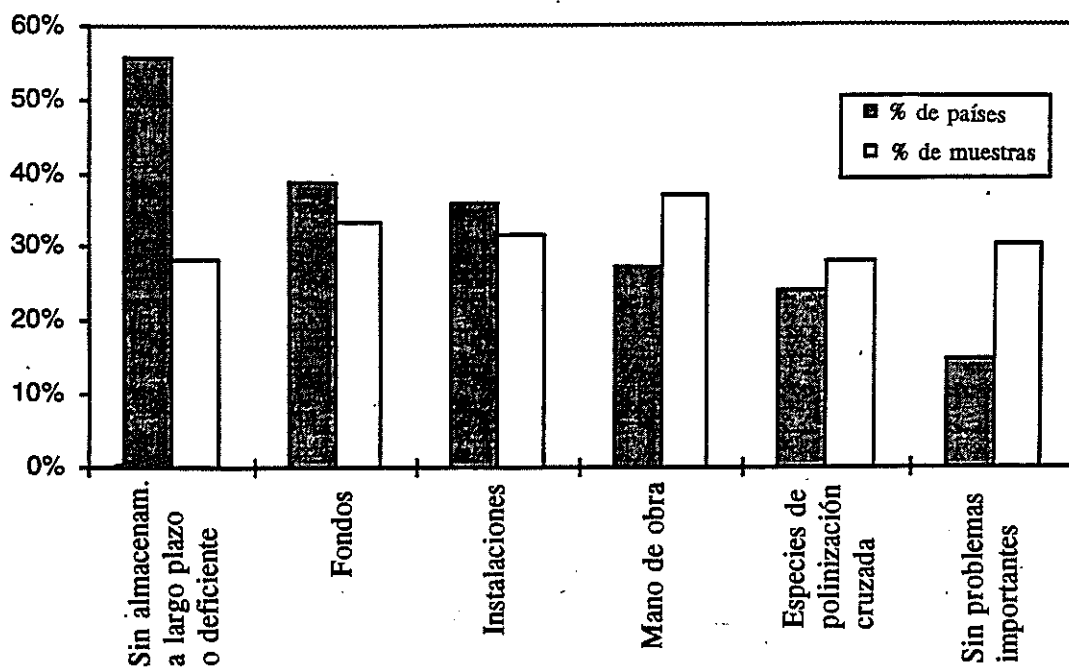
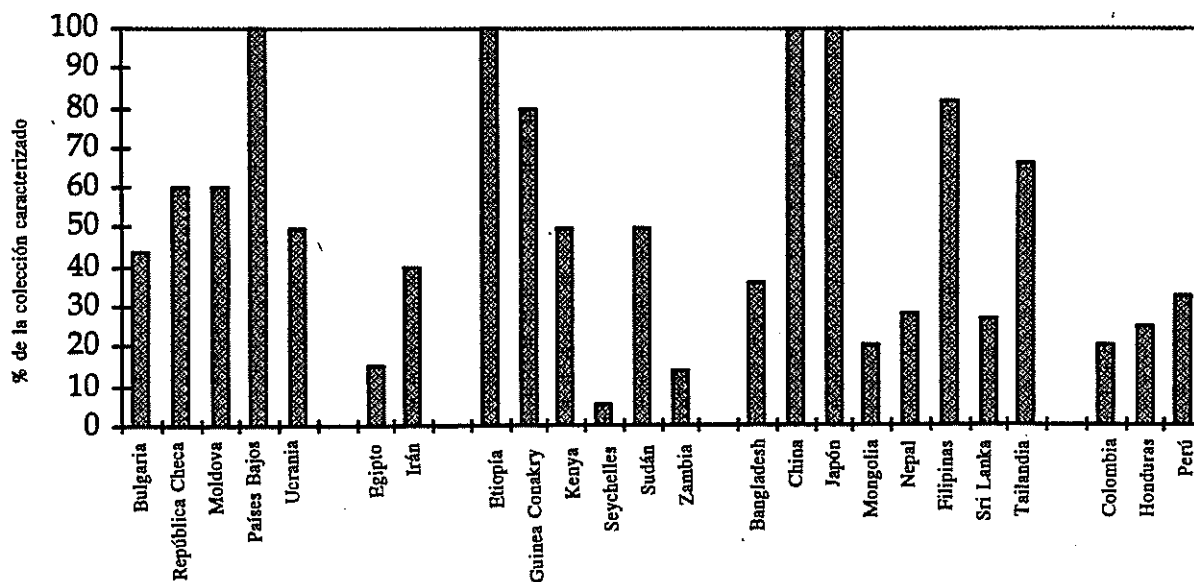


Figura 4.3 Principales obstáculos para la regeneración en los bancos de germoplasma nacionales
(Información facilitada por 95 países que poseen 4 515 793 muestras)



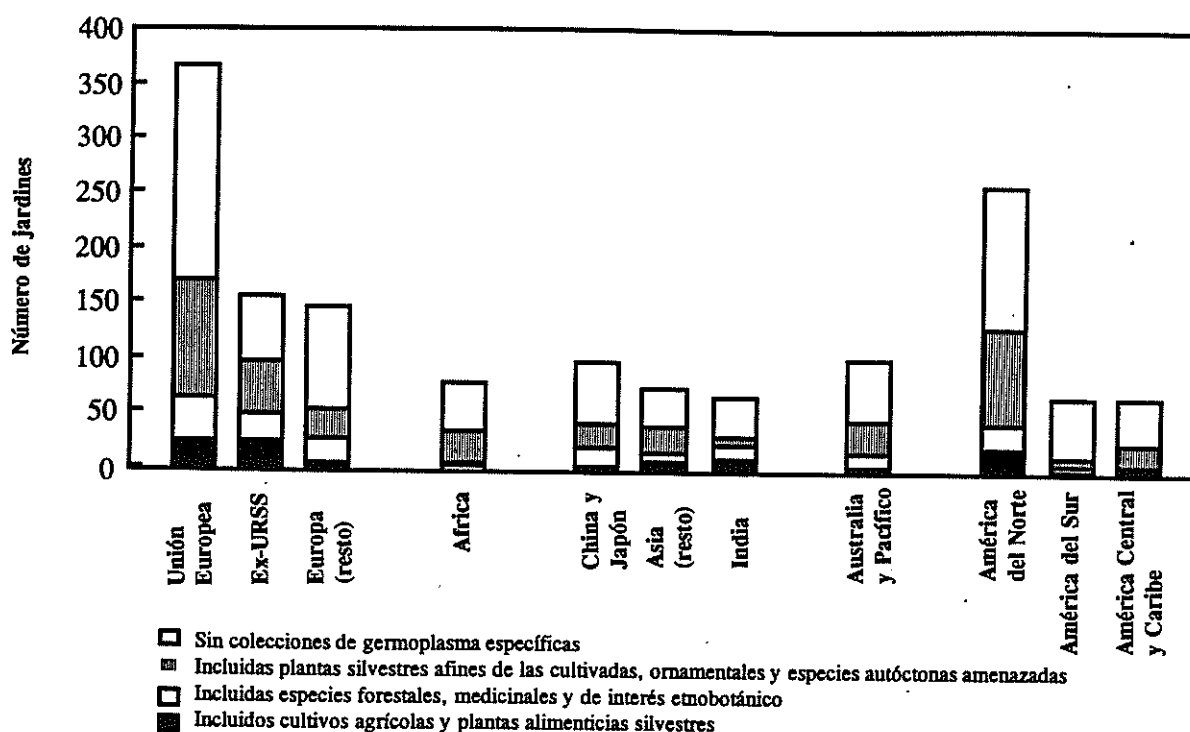
Fuente: Informes de los países

Figura 4.4 Grado de caracterización de las colecciones *ex situ*, algunos ejemplos



Fuente: Informes de los países

Figura 4.5 Conservación de RFAA en jardines botánicos



Capítulo 5

Utilización de los recursos fitogenéticos

87. Con el aumento de la presión demográfica y la reducción de la superficie de terreno disponible para utilizarlo por primera vez en la agricultura, será necesario incrementar la producción de alimentos y conseguir una distribución más equitativa. En la mayoría de los países es imperiosa la necesidad de una mejor utilización de los recursos fitogenéticos (en particular las especies infrautilizadas) mediante el fitomejoramiento. El fomento de la utilización de los RFAA puede ser también una manera de contribuir a la distribución justa y limitativa de los beneficios derivados de esos recursos.

88. El término "utilización" se emplea de dos maneras distintas:

- utilización directa por los agricultores y por otros en los sistemas de producción agrícola, como sistemas de cultivo, pastizales, bosques y otras zonas de recursos explotados;
- utilización en una fase intermedia, por ejemplo por parte de los fitomejoradores y otros investigadores.

Utilización del RFAA conservados en bancos de germoplasma

89. En general no se dispone de datos sobre el número de muestras mantenidas en los bancos de germoplasma que se han utilizado en programas de mejoramiento o han contribuido a las variedades mejoradas. China informa que sólo el 3-5 por ciento de las muestras conservadas se utiliza ahora en programas de mejoramiento, nivel que a primera vista puede parecer bastante bajo. Sin embargo, puesto que las colecciones base tienen por objeto proporcionar una reserva a largo plazo de material potencialmente útil, cabe suponer que el nivel de "utilización" en cualquier momento será escaso. Naturalmente, de la utilización de una proporción relativamente pequeña de la colección de un banco de germoplasma pueden derivarse grandes beneficios, como se demuestra constantemente en los programas de mejoramiento. Por consiguiente, hay que distinguir entre la tasa baja de utilización y la utilización deficiente.

90. Son numerosos los obstáculos que limitan el aprovechamiento efectivo de los recursos fitogenéticos, como se puede comprobar en el Cuadro 5.1. Por medio de sus informes, los países han señalado como principales limitaciones para la utilización del germoplasma de los bancos nacionales las siguientes: falta de datos de caracterización y evaluación (citada por 45 países), carencia de documentación e información (42 países), escasa coordinación de las políticas a nivel nacional (37 países) y conexiones deficientes entre el banco de germoplasma y los usuarios de su material (32 países). Por otra parte, 20 países indicaron que no tenían ningún programa de fitomejoramiento.

Evaluación

91. La evaluación es importante para identificar rasgos potencialmente valiosos de las muestras, así como las variedades locales que podrían utilizar directamente los agricultores. Los informes de los países proporcionaron una información cuantitativa muy escasa sobre el estado de la evaluación de las colecciones que hay en los bancos de germoplasma. En el Cuadro 5.2 figuran los datos disponibles de los distintos países. Cuando se daban estimaciones de la proporción de las colecciones cuyas características económicas se habían evaluado, los valores eran con frecuencia extraordinariamente bajos. Casi todos los países citaron que, en algún sentido, la falta de información útil de evaluación era una limitación importante para aumentar la utilización de los RFAA⁷⁷. Varios países señalaron la necesidad de una mayor recopilación y utilización de conocimientos etnobotánicos e indígenas en relación con los RFAA⁷⁸. Las colecciones básicas, que contienen un porcentaje máximo de diversidad en una parte de la colección completa, podrían desempeñar una función más importante en el fomento de la utilización del germoplasma, consiguiendo una mayor eficacia y rentabilidad en la ordenación y selección de las colecciones⁷⁹.

Premejoramiento

92. El premejoramiento o potenciación del germoplasma consiste en la transferencia o introgresión de genes y sus combinaciones procedentes de fuentes no adaptadas, a material de mejoramiento más utilizable. Puede servir para ampliar la base genética del material de mejoramiento⁸⁰. Es una actividad a largo plazo, cuyos costos son difíciles de recuperar, puesto que los beneficios van a parar a todos los mejoradores. Los mejoradores del sector privado no pueden permitirse por lo general realizar este tipo de actividad. La mayoría de los institutos públicos de investigación, universidades y organismos de investigación o financiación han realizado una labor de premejoramiento en el pasado, pero, al retirarse el sector público de la actividad de mejoramiento, el trabajo de premejoramiento ha quedado ahora en numerosos países muchas veces sin financiación. El premejoramiento de varios cultivos importantes se lleva a cabo fundamentalmente en algunos de los centros del GCIAl. En muy pocos informes de los países se ha mencionado el premejoramiento o potenciación genética como actividad nacional, aunque varios han destacado la importancia de esta labor⁸¹.

Programas de mejoramiento de los cultivos

93. La capacidad nacional para el mejoramiento de los cultivos varía mucho, dependiendo de los recursos técnicos, humanos y financieros disponibles. La mayoría de los países tienen programas financiados por el gobierno para el fitomejoramiento clásico, y en algunos interviene también el sector privado. Si bien hay varios países que han iniciado programas de mejoramiento de los cultivos basados en nuevas biotecnologías, no todos tienen la capacidad necesaria para utilizar éstas.

94. La financiación es el obstáculo citado en el mayor número de informes de los países, seguido de la disponibilidad de recursos humanos y la carencia de instalaciones adecuadas. La disponibilidad de germoplasma no se ha solido señalar como problema en ninguna de las regiones. En la Figura 5.1 se indican, por regiones los obstáculos para el fitomejoramiento apuntados por los países.

⁷⁷ Numerosos informes de países (incluidos los de unos 40 países que indicaron la evaluación como la única necesidad).

⁷⁸ Por ejemplo: Brasil, Kenya, Guinea, Sierra Leona, Chile, Venezuela, Indonesia, Malasia, Alemania, Yemen, Irlanda y Eritrea.

⁷⁹ Reunión subregional del Mediterráneo.

⁸⁰ Reunión subregional del Mediterráneo.

⁸¹ Entre otros, Tanzania, Nigeria, Alemania, Portugal y Canadá.

95. El fitomejoramiento ha conseguido incrementar la productividad agrícola a nivel mundial con una enorme eficacia. La Revolución Verde de los años sesenta impulsó un fuerte aumento del rendimiento del arroz y el trigo. No obstante, el éxito del fitomejoramiento moderno ha sido desigual, según las regiones. La importante elevación del rendimiento del trigo, el arroz y el maíz producidos en Asia no se ha reproducido en África⁸². Las tasas de adopción de variedades modernas han sido mucho más bajas entre los agricultores de bajos ingresos de los medios físicamente marginales. Pueden ser necesarias estrategias distintas para que tales agricultores tengan acceso a la serie de RFAA disponibles para otros agricultores y se beneficien de ellos.

Fitomejoramiento participativo

96. Los fitomejoradores y los agricultores tienen ventajas comparativas que pueden contribuir a definir las divisiones funcionales de trabajo en el mejoramiento de los RFAA. Los mejoradores tienen la ventaja del acceso a una amplia gama de diversidad genética y al conocimiento científico y los métodos para trabajar con eficacia en el aprovechamiento del germoplasma mejorado. Los agricultores pueden seleccionar material para su medios particulares y para unas necesidades de mercado especiales. El mejoramiento participativo, con la intervención de los agricultores de manera más directa en el proceso de mejoramiento, puede aumentar el éxito de éste para los sistemas agrícolas complejos en medios cuyas condiciones son más diversas y marginales. Estos métodos exigen a los agricultores llevar su labor de mejoramiento hasta el final, seleccionando material en las fincas en función de sus propias necesidades. La participación de los agricultores en el mejoramiento del mijo perla en el ICRISAT ha dado resultados alentadores, aumentando los posibles beneficios del programa de mejoramiento con una elevación simultánea de la rentabilidad, según un examen realizado por científicos del centro⁸³. Este método ofrece la posibilidad de estimular una mayor utilización de diversidad genética y la ordenación y mejoramiento de recursos genéticos adaptados localmente.

Programas de suministro de semillas

97. La producción y la distribución de semillas son en la actualidad actividades predominantemente del sector público en los países en desarrollo, y están cada vez más en manos del sector privado para los principales cultivos en Europa y América del Norte. En el futuro se prevé un aumento de la participación del sector privado en relación con los cultivos comerciales. El ámbito de la industria institucional de semillas (privada o del gobierno) está limitado en muchos países en desarrollo debido al uso de semillas conservadas por los agricultores y al intercambio entre éstos de manera no oficial como fuente predominante de suministro en muchos casos⁸⁴. En más de la cuarta parte de los informes de los países -y en más de la mitad de los correspondientes a África- se indicaba que las deficiencias de los sistemas de producción y distribución de semillas constituían un obstáculo para la difusión de variedades mejoradas de cultivos (Fig. 5.2).

98. Muchos agricultores con escasez de recursos de los países en desarrollo, y particularmente los de las zonas marginales, siembran cultivos heterogéneos desde el punto de vista genético, para reducir al mínimo el riesgo de pérdida de la cosecha⁸⁵. Los sistemas agrícolas tradicionales también suelen contener una gran diversidad genética intraespecífica. La legislación y reglamentación sobre la aprobación de variedades, la certificación de semillas y los derechos del obtentor pueden actuar desalentando, o por lo menos no fomentando, el uso de la variabilidad genética que posee cada cultivar, lo que indica la posible necesidad de examinar los efectos de los marcos reglamentarios sobre la conservación y utilización de los RFAA⁸⁶.

⁸² McCalla, A.F. (1994). Agriculture and Food Needs to 2025: Why We Should Be Concerned. Secretaría del GICAI, Banco Mundial, Washington. (Se están poniendo de manifiesto algunas limitaciones sobre el aumento de la producción en Asia, donde más éxito alcanzó la Revolución Verde. Ahora hay algunos signos preocupantes de que el ritmo de crecimiento del rendimiento de los principales cultivos -trigo y arroz- está disminuyendo).

⁸³ Weltzien, E., Whitaker, M.L., Anders, M.M. (1995). "Farmer participation in pearl millet breeding for marginal environments" en Participatory Plant Breeding. Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, 26-29 julio de 1995, Wageningen, Países Bajos. Eyzaguirre, P. y Iwanaga, M.(eds.), IIRF (1996).

⁸⁴ Venkatesan, V. (1994). Seed Systems in Sub-Saharan Africa: Issues and Options, World Bank Discussion Papers, Africa Technical Department Series No.266.

⁸⁵ Clawson, D.L. (1985). Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture. Economic Botany 39-56-67.

⁸⁶ Reunión subregional del Mediterráneo.

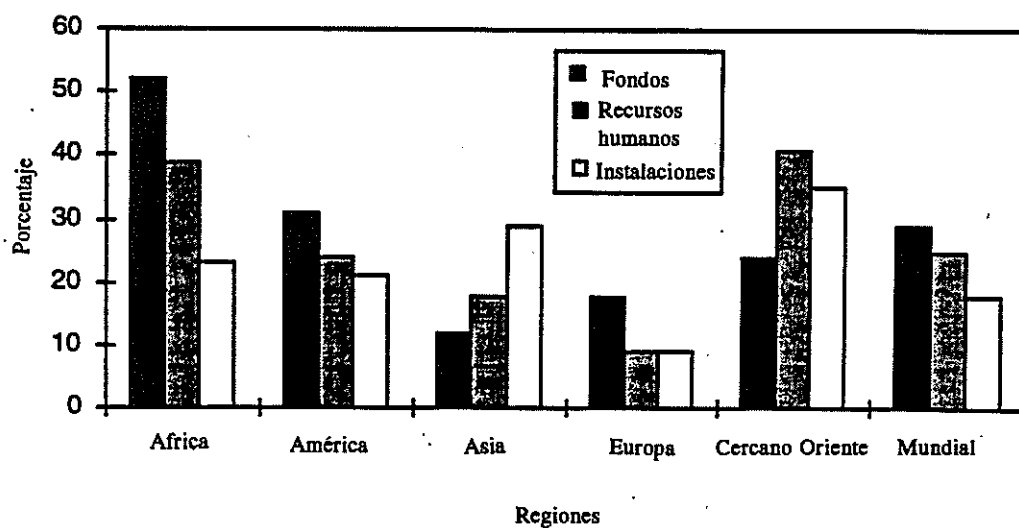
99. Se necesita aumentar la actividad de investigación sobre las posibilidades de producir cultivos genéticamente heterogéneos, ya sea por lo que se refiere a la diversidad intraespecífica (variedades locales, mezclas, multilíneas), o bien a la diversidad interespecífica (cultivos múltiples e intercalados), especialmente para los medios marginales⁸⁷.

Cuadro 5.1 OBSTACULOS PARA UNA MAYOR UTILIZACION DE LOS RFAA	
Obstáculo	Cómo se podría superar
falta de información sobre el material existente <i>in situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> encuestas e inventarios
parcialidad en el material conservado	<ul style="list-style-type: none"> recolección selectiva preparación de metodologías de conservación para plantas de semillas no ortodoxas y de propagación vegetativa
falta de evaluación/información sobre el material conservado (<i>ex situ</i> o en fincas)	<ul style="list-style-type: none"> documentación y caracterización evaluación encuestas sobre los conocimientos tradicionales redes de cultivos
falta de información sobre la existencia de material conservado	<ul style="list-style-type: none"> sistemas de información y comunicaciones redes de cultivos
dificultad de acceso a las colecciones	<ul style="list-style-type: none"> organización racional de las colecciones base, activas y de trabajo disposiciones jurídicas mayor colaboración entre los bancos de germoplasma y los mejoradores, por ejemplo mediante programas nacionales sólidos sistemas de documentación y comunicaciones
dificultad en el manejo de grandes colecciones	<ul style="list-style-type: none"> sistemas de documentación subconjuntos básicos redes de cultivos
dificultad y gastos de la introducción de diversidad genética en las líneas adaptadas por los mejoradores	<ul style="list-style-type: none"> programas de mejoramiento/potenciación genética, incluida la ampliación de la base
falta de capacidad de fitomejoramiento	<ul style="list-style-type: none"> aumento de la financiación y la capacitación programas de colaboración internacional
no idoneidad de las variedades mejoradas para medios marginales o para las necesidades específicas de los pequeños agricultores	<ul style="list-style-type: none"> mejoramiento descentralizado, con inclusión de métodos participativos
falta de redes eficaces de producción o distribución de semillas para los pequeños agricultores	<ul style="list-style-type: none"> fomento de las redes de producción y distribución de semillas del sector privado y no institucionales
falta de disponibilidad de variedades locales para uso directo	<ul style="list-style-type: none"> evaluación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> suministro de variedades locales por parte de los bancos de germoplasma para su multiplicación y distribución a los agricultores
utilización insostenible de especies infrautilizadas silvestres	<ul style="list-style-type: none"> fomento de prácticas de ordenación sostenible
gama pequeña de especies utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> programas de mejoramiento para productos básicos secundarios y otras especies infrautilizadas
restricciones sobre la aprobación de variedades y la distribución de semillas	<ul style="list-style-type: none"> examen del marco reglamentario
falta de mercados	<ul style="list-style-type: none"> elaboración después de la recolección promoción de nuevos mercados

⁸⁷ Jiggins, J. (1990). Crop variety mixtures in marginal environments. International Institute for Environment and Development Gatekeeper Series No. SA19. Londres: IIED.

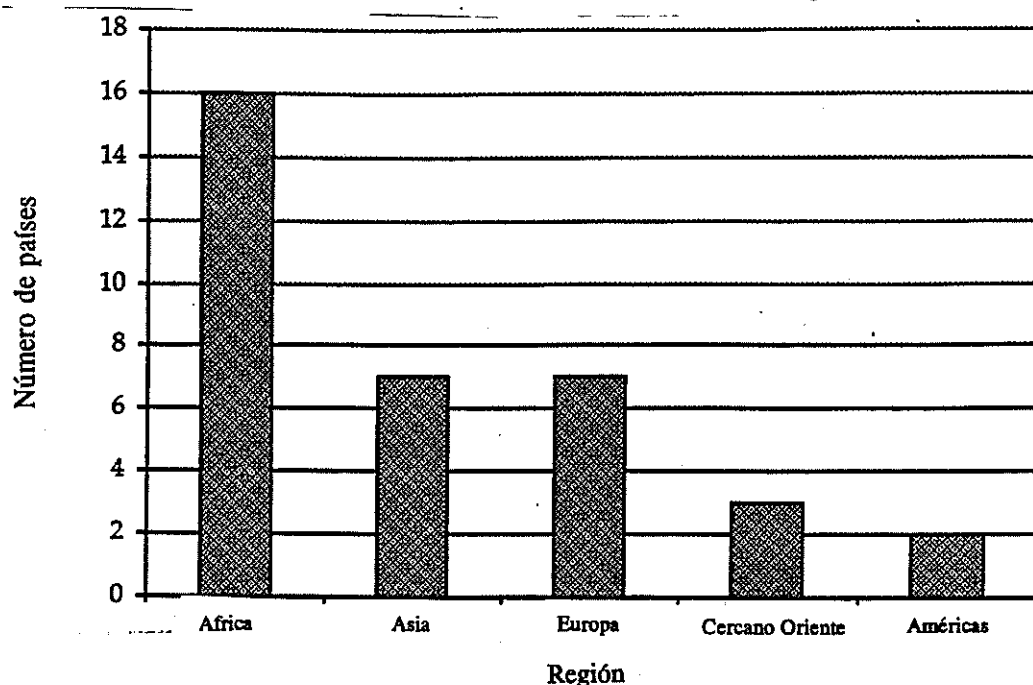
Cuadro 5.2 Grado de evaluación de las colecciones <i>ex situ</i> nacionales			
País	% de muestras en que se han evaluado al menos una vez algunos rasgos	País	% de muestras en que se han evaluado al menos una vez algunos rasgos
Irán	5%	Colombia	20%
Egipto	15%	Paraguay	31%
Polonia	68%	República de Corea	40%
República Eslovaca	28%	Mongolia	20%
Samoa	0%	Guinea Conakry	50%
Bangladesh	23%	Eritrea	0%
Nepal	28%	Etiopía	100%
Marruecos	60%	Ucrania	90%
República Checa	60%	Seychelles	90%
Camboya	0%		
Tailandia	50%		
Ejemplos tomados de los informes de los países			

Figura 5.1 Porcentaje de países que señalan la falta de fondos, recursos humanos e instalaciones como obstáculo para las actividades de fitomejoramiento



Fuente: Informes de los países

Figura 5.2 Número de países que citan los sistemas deficientes de distribución de semillas como obstáculo para la difusión de variedades mejoradas



Fuente: Informes de los países

Capítulo 6

Programas nacionales, necesidades de capacitación, políticas y legislación

100. Para que la conservación y la utilización sostenible de los RFAA tengan éxito se requiere la actuación de personas muy diversas en cada país: encargados del germoplasma, mejoradores, científicos, agricultores y sus comunidades, administradores de zonas de recursos, planificadores, autoridades y ONG. Se necesitan mecanismos sólidos de planificación, evaluación y coordinación a nivel nacional para permitir una participación constructiva de todos. Son 59 los países que notificaron que tenían comités nacionales sobre los recursos fitogenéticos. En el Cuadro 6.1 se presentó un panorama general de las finalidades y funciones de los programas nacionales.

101. Los programas nacionales difieren en su ámbito y estructura, estando algunos centralizados, mientras que otros están más dispersos por lo que se refiere a las responsabilidades de organización⁸⁸. Algunos países, como Marruecos, Indonesia, Malasia y Costa Rica, se basan más en mecanismos de coordinación que en una estructura oficial. Por último, algunos países carecen de programas nacionales de cualquier tipo. Hubo 10 países que indicaron en sus informes que estaban organizando programas nacionales. En el Cuadro 6.2 se facilita ulterior información sobre el estado de la organización de programas nacionales.

102. Hay pocos programas nacionales que gocen de una condición jurídica oficial o tengan su propia partida en el presupuesto del país⁸⁹. Lo normal son consignaciones presupuestarias a corto plazo para una actividad que por su propia naturaleza es de larga duración. Los informes de los países ponen de manifiesto que incluso los programas de los países desarrollados carecen a veces de seguridad financiera y de capacidad para planificar con antelación, debido a las incertidumbres presupuestarias.

⁸⁸ En Europa, por ejemplo, Austria, Francia, Alemania, Italia, Suiza y el Reino Unido tienen sistemas más o menos descentralizados, en los que los distintos bancos de germoplasma tienen responsabilidades correspondientes a diversos tipos de germoplasma.

⁸⁹ Menos de un 20 por ciento de los países mencionaron en sus informes la existencia de partidas especiales para actividades relativas a los RFAA. Además, varios de éstos señalaron que tenían restricciones financieras.

103. Las responsabilidades de los puntos de contacto nacionales para los asuntos relativos a la RFAA recaen a menudo en el banco de germoplasma o el instituto especializado que se ocupa de la conservación de los recursos genéticos de los cultivos. Sólo el 25 por ciento de los países que presentaron informe indicaron que en el ámbito de su programa nacional estaba comprendida la conservación *in situ* o bien la utilización. De la información facilitada en los informes de los países parece deducirse que la equiparación de los programas nacionales con los bancos de germoplasma nacionales ha sido en parte la causa de la escasa vinculación funcional entre las actividades de conservación y utilización. Los bancos de germoplasma están con frecuencia aislados, tanto desde el punto de vista institucional como en la práctica, de los programas de mejoramiento de los cultivos. Los programas de ayuda que proporcionan fondos solamente a los bancos de germoplasma pueden agravar el problema. Por otra parte, el personal directivo -que en muchos casos considera que su mandato se limita a la conservación- se lamenta muchas veces del escaso nivel de utilización que se hace de las colecciones. Los Nuevos Estados Independientes de la antigua URSS suelen tener una infraestructura incompleta para los RFAA, como consecuencia de los cambios políticos recientes. Pueden haber adquirido perfectamente capacidad en el mejoramiento, por ejemplo, pero muchos no tienen bancos de germoplasma o se limitan a colecciones de trabajo. Los pequeños Estados insulares tienen el problema de la economía de escala para iniciar una gama amplia de actividades esenciales con destino a lo que puede ser una población relativamente pequeña. En las reuniones subregionales se indicó que una manera de hacer frente a tales situaciones podría ser una mayor cooperación regional⁹⁰.

104. Desde una perspectiva global, las actividades nacionales relativas a los RFAA comprenden también la labor de las ONG (con inclusión del sector privado), las universidades, los agricultores y sus comunidades y las organizaciones. Algunos de estos sectores son particularmente activos en relación con aspectos de los que no se ocupan ciertos gobiernos, por ejemplo los programas *in situ* y en fincas y el mejoramiento y la producción y distribución de semillas comerciales. Hay un pequeño número de comités nacionales en los que ahora figuran representantes de las ONG, y se han puesto en marcha actividades de cooperación de carácter práctico en las que participan ONG y programas gubernamentales en varios países, entre ellos los Estados Unidos y Etiopía.

Capacitación

105. En cerca del 80 por ciento de los informes de los países se mencionaba la falta de capacitación como un obstáculo grave para sus programas nacionales.

106. La Universidad de Birmingham (Reino Unido) ofrece una licenciatura (MSc.) con los RFAA como tema, en la que todos los años el número de solicitudes es muy superior al de plazas. La Universidad de Zambia, la Universidad de Filipinas-Los Baños y tal vez algunas otras universidades han iniciado el proceso de organización de programas universitarios sobre los RFAA, pero por el momento no están funcionando plenamente en ninguna. La falta de capacidad -en particular el apoyo a los estudiantes, el equipo apropiado y un "conjunto imprescindible" de instructores -constituye el principal obstáculo para la capacitación a este nivel, sobre todo en los países en desarrollo.

107. En todas las regiones se señalaron ciertas necesidades de capacitación durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, en particular:

- módulos sobre los RFAA para cursos universitarios en las diversas disciplinas⁹¹;
- cursos avanzados y especializados, preferiblemente a nivel regional, de sistemática/taxonomía, genética de poblaciones, ecología, etnobotánica, fitomejoramiento, producción y utilización de semillas, ordenación del germoplasma y políticas⁹²;

⁹⁰ Reunión subregional de África oriental y las islas del Océano Índico.

⁹¹ Reuniones subregionales de África occidental y central y de África oriental y las islas del Océano Índico.

⁹² Reunión subregional de África occidental y central.

- integración de la capacitación sobre los RFAA en los programas de estudios universitarios más amplios sobre agronomía, investigación y desarrollo, biología, etc.;
- cursillos a nivel regional y nacional sobre temas como mejoramiento, producción y distribución de semillas, tecnologías de la conservación, cuarentena, recolección, etc.⁹³;
- capacitación de los directores de programas nacionales en temas como administración y planificación, formulación y análisis de políticas y aumento de la cooperación interinstitucional y regional⁹⁴;
- capacitación para los agricultores, mujeres inclusive (por ejemplo, sobre la explotación y mejoramiento en fincas de los RFAA), posiblemente en cooperación con las ONG⁹⁵.

Legislación y políticas nacionales

108. En la mayoría de los países, la legislación y las políticas se han formulado por partes y como reacción a una necesidad o crisis particular a lo largo de los años. Una excepción notable es Eritrea, donde se celebraron amplias consultas a nivel comunitario antes de preparar un plan de acción nacional para el medio ambiente.

109. En general, los países norteamericanos y europeos declaran que los RFAA de las colecciones nacionales están libremente disponibles para todos los usuarios de buena fe⁹⁶. La situación con respecto al acceso no se puede resumir de manera tan clara en otras regiones, teniendo en cuenta la información facilitada en los informes de los países.

110. Muchos países tienen una reglamentación fitosanitaria que comprende la importación y exportación de material. Sin embargo, hay varios países que tienen problemas para aplicar dicha reglamentación⁹⁷. En relación con este tema, hay varios acuerdos y asociaciones de ámbito regional. Los países de Asia sudoriental, por ejemplo, tienen una asociación que reglamenta los movimientos del material vegetal dentro de la subregión.

111. En 40 países hay leyes relativas a los "derechos del obtentor", siendo 30 de ellos miembros de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), en el marco del Convenio de 1978. Los países del Pacto Andino han organizado su propio sistema, y algunos países están estudiando también la posibilidad de incorporarse a la UPOV. La India y Filipinas están estudiando una legislación a la que podría incorporarse un elemento de recompensa a los proveedores de recursos genéticos. Los Estados Miembros de la Organización Mundial del Comercio estarán obligados en el futuro a ocuparse de la protección de las variedades vegetales, mediante patentes o por medio de un sistema *sui generis* eficaz, o bien con una combinación de ambos⁹⁸.

112. Por último, prácticamente todos los países carecen de un nivel apropiado de sensibilización de la opinión pública en relación con la importancia de la RFAA y de los programas para su conservación y utilización. La responsabilidad de dicha sensibilización se reparte a todos los niveles y recae en todas las instituciones y organizaciones. Son pocos los programas nacionales con capacidad o fondos para llevar a cabo actividades de sensibilización de la opinión pública, situación que es al mismo tiempo causa y efecto de la escasez actual de inversiones en los RFAA. Las ONG han contribuido a aumentar la sensibilización en algunos países. En la mayoría de las reuniones subregionales se insistió en la importancia de la actividad educativa y de sensibilización.

⁹³ Reuniones subregionales de América Central y el Caribe y de África occidental y central.

⁹⁴ Reuniones subregionales de Asia oriental y de Asia central y occidental e informe de Alemania.

⁹⁵ Reunión subregional de África occidental y central e informe de síntesis subregional de África austral.

⁹⁶ Sin embargo, la reciente privatización de los institutos de investigaciones agrarias de algunos países de Europa oriental ha despertado incertidumbre con respecto al mantenimiento de la libre disponibilidad de sus RFAA.

⁹⁷ Botswana, Namibia, Níger, Ecuador, Guatemala y Nicaragua señalaron dificultades en sus informes.

⁹⁸ Por medio del informe de la reunión subregional de África occidental y central, los gobiernos pidieron asistencia para la redacción de una legislación apropiada en materia de variedades de plantas, de conformidad con los acuerdos internacionales y las necesidades nacionales.

Cuadro 6.1 Programas o sistemas nacionales sobre los RFAA	
Finalidades <ul style="list-style-type: none"> • contribuir al desarrollo nacional, la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y el mantenimiento de la biodiversidad, mediante la conservación y utilización de los RFAA • evaluar las necesidades nacionales en relación con los RFAA y buscarles solución <p>(Las necesidades se pueden satisfacer utilizando material conservado en el país, <i>in situ</i> (incluso en fincas) o <i>ex situ</i>, e así como mediante el acceso al germoplasma conservado en otras partes).</p>	
Funciones <ul style="list-style-type: none"> • formulación de políticas y estrategias nacionales • coordinación de las actividades nacionales; participación de todos los interesados; fomento de las vinculaciones • elementos básicos para el establecimiento de colaboración regional e internacional 	
Actividades <ul style="list-style-type: none"> • inventarios, vigilancia, recolección • conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> • documentación y caracterización • evaluación y potenciación genética • mejoramiento de los cultivos • distribución y producción de semillas/variedades • difusión de información • capacitación y creación de capacidad • investigación • recaudación de fondos • legislación • reglamentación del acceso a los recursos genéticos y su intercambio • sensibilización de la opinión pública 	
Participantes <ul style="list-style-type: none"> • ministerios y departamentos del gobierno (es decir, agricultura, recursos forestales/naturales, medio ambiente, planificación, educación/investigación) • universidades y otros institutos de investigación y de enseñanza • ONG, organizaciones de agricultores, grupos de mujeres • sector privado y compañías paraestatales • organizaciones y redes regionales e internacionales 	
Fuente: Informes de las reuniones subregionales	

Cuadro 6.2 Estado de organización de los programas nacionales sobre los RFAA por subregiones

Subregión	Estado de organización de los programas nacionales
Africa occidental/central	Pocos programas nacionales oficiales. Centros nacionales de recursos fitogenéticos en Ghana y Nigeria. Falta de financiación y de reconocimiento oficial de los comités nacionales.
Africa oriental/Océano Indico	Programas nacionales bien organizados en Etiopía y Kenya. En fase de organización en Uganda y Sudán. Escasos progresos en Burundi, Rwanda y las islas del Océano Indico.
Africa austral	Programas nacionales bien organizados, gracias al impulso del SPGRC. Sin embargo, muchos se orientan casi exclusivamente a la conservación <i>ex situ</i> .
América Central/Caribe	Pocos programas nacionales oficiales (con excepción de Cuba y Honduras). Se ha insistido en la necesidad de organización.
América del Norte	Programas nacionales oficiales bien organizados.
América del Sur	Se ha insistido en la necesidad de organizar programas nacionales oficiales. Ya existe un programa oficial en el Brasil.
Asia oriental	Programas nacionales sólidos en el Japón, China y la República de Corea. Menos organizados en la RPD de Corea y Mongolia.
Asia meridional	Programas nacionales generales bien organizados en la India, con inclusión de la cuarentena vegetal. Otros países necesitan mayor coordinación y financiación.
Asia sudoriental	Existen programas nacionales integrados en Tailandia y Viet Nam, y una red nacional bien organizada para los recursos fitogenéticos en Filipinas. Mecanismo de coordinación entre institutos de Malasia e Indonesia.
Pacífico	No hay programas nacionales oficiales. Es escasa la actividad sobre los recursos fitogenéticos en los pequeños Estados insulares. En algunos países, como Papua Nueva Guinea y las Islas Salomón, hay mucho interés, pero las actividades son limitadas.
Europa oriental	La mayoría de los países tiene un instituto central encargado de los programas nacionales. Se están organizando programas nacionales oficiales en los Nuevos Estados Independientes. Los Estados del Báltico están estableciendo colaboración con el Banco Nórdico de Germoplasma.
Europa occidental	Existen programas nacionales oficiales en la mayoría de los países. La coordinación es importante en los países con sistemas descentralizados de conservación <i>ex situ</i> . Los países nórdicos tienen un programa regional centralizado, el banco Nórdico de Germoplasma.
Cercano Oriente y Mediterráneo meridional y oriental	La falta de coordinación constituye un obstáculo en muchos países. Existe una buena coordinación en Marruecos. La WANANET ha desempeñado una función importante en el fortalecimiento de los comités nacionales.
Cercano Oriente y Asia occidental/central	Programas bien organizados en Turquía, República Islámica del Irán y Pakistán. La WANANET ha desempeñado una función importante en el fortalecimiento de los comités nacionales. Los países de Asia central necesitan todavía organizar programas nacionales más completos.

Fuente: Informes de los países

Capítulo 7

Actividades regionales e internacionales

Colaboración a nivel regional y subregional

113. Durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, se reconoció la interdependencia entre los países por lo que se refiere a los RFAA,⁹⁹ así como el valor de la colaboración subregional y regional¹⁰⁰. Como objetivos de la colaboración regional o subregional se indicaron los siguientes:

- fortalecer los programas nacionales sobre los RFAA¹⁰¹;
- evitar la duplicación innecesaria de actividades¹⁰²;
- compartir las cargas de la conservación y promover el intercambio de material genético¹⁰³;
- organizar sistemas eficaces de documentación y comunicaciones¹⁰⁴;
- promover el intercambio de información, experiencia y tecnología¹⁰⁵;
- fomentar la investigación en colaboración¹⁰⁶;
- promover la evaluación y la utilización del material conservado¹⁰⁷;
- coordinar la investigación, en particular los programas de los CIIA¹⁰⁸;
- buscar y promover la colaboración en la capacitación y la creación de capacidad¹⁰⁹;
- formular propuestas para proyectos regionales¹¹⁰.

114. Muchos de los objetivos indicados en el proceso preparatorio se pueden promover mediante programas regionales o subregionales ya existentes¹¹¹ o nuevos. En particular, se insistió en la necesidad de bases de datos que proporcionen información sobre el germoplasma *in situ* y *ex situ* disponible en la región, boletines subregionales y traducción de información a los idiomas de la región¹¹².

115. Hay redes en funcionamiento en Europa, el Cercano Oriente, Africa austral, Asia sudoriental y América Latina, aunque algunas necesitan mejoras (Cuadro 7.1). Las redes para Asia meridional y oriental se han creado recientemente y es preciso organizarlas. Es necesario establecer nuevas redes, en el marco de las organizaciones de investigación regional existentes cuando proceda, para Asia central, Africa occidental y central, Africa oriental y las islas del Océano Indico, el Pacífico y el Caribe. También hay que fortalecer los vínculos entre Asia meridional y sudoriental y entre las dos partes del Mediterráneo. Sin embargo, solamente se conseguirá una colaboración eficaz y sostenible si se dispone de programas nacionales sólidos.

116. En muchos casos, hay redes y grupos de trabajo específicos de cultivos que funcionan bajo los auspicios de redes regionales o subregionales (Cuadro 7.1). Otras redes funcionan a nivel internacional o interregional. En éstas se agrupan distintos tipos de especialistas con objeto de establecer prioridades

⁹⁹ Reuniones subregionales de América del Norte y de Europa. Véase también el Capítulo 1.

¹⁰⁰ Reuniones subregionales de Africa occidental y central, de Asia oriental, de América Central, México y el Caribe y de América del Sur.

¹⁰¹ Reunión subregional de Africa occidental y central.

¹⁰² Reuniones subregionales de Africa occidental y central, de Africa central y las islas del Océano Indico y de Asia oriental.

¹⁰³ Reuniones subregionales de Africa oriental y las islas del Océano Indico, de Africa occidental y central y de Africa austral.

¹⁰⁴ Reunión subregional de Africa occidental y central.

¹⁰⁵ Reuniones subregionales de Asia central y occidental y de América Central, México y el Caribe.

¹⁰⁶ Reunión subregional de Asia central y occidental.

¹⁰⁷ Reuniones subregionales de Africa oriental y las islas del Océano Indico, de Asia central y occidental y de Africa austral.

¹⁰⁸ Reuniones subregionales de Africa oriental y las islas del Océano Indico, de Africa austral y de América Central, México y el Caribe.

¹⁰⁹ Reuniones subregionales de Africa oriental y las islas del Océano Indico y de América Central, México y el Caribe.

¹¹⁰ Reunión subregional de Asia central y occidental.

¹¹¹ Reuniones subregionales del Mediterráneo y de Africa oriental y las islas del Océano Indico.

¹¹² Reunión subregional de Africa occidental y central.

para las actividades futuras sobre la conservación y utilización de los recursos genéticos de un cultivo o grupo de cultivos concreto. Es necesario el fortalecimiento o la creación de redes y grupos de trabajo para cultivos prioritarios¹¹³. La FAO ha organizado a lo largo de los años varias redes relativas a cultivos a fin de promover una investigación coordinada que permita identificar, evaluar y conservar la variabilidad genética de determinadas especies cultivadas. Son las siguientes: Red internacional sobre la conservación del germoplasma de hongos; Red sobre la variabilidad genética del olivo; Red internacional sobre el nopal; Redes mediterránea e interamericana de cítricos; Red de cooperación interregional sobre las nueces; Red sobre árboles frutales mediterráneos en Asia; y Red sobre cultivos tradicionales para los países del África austral.

117. Los países de algunas regiones han establecido bancos de germoplasma regionales centrales, como por ejemplo los siguientes: el Banco Nórdico de Germoplasma, el Centro de Recursos Fitogenéticos de la SADC y el CATIE. Por otra parte, algunas organizaciones internacionales mantienen colecciones de germoplasma de determinados cultivos. El Centro Árabe para el Estudio de las Zonas Áridas y las Tierras Secas, por ejemplo, mantiene una importante colección de árboles frutales en un banco de germoplasma de campo. Como se señalaba en el Capítulo 4, en varias reuniones subregionales correspondientes al proceso preparatorio se insistió en la necesidad y las oportunidades de cooperación en la conservación *ex situ* de los RFAA. La organización o la designación de bancos de germoplasma regionales o subregionales podría presentar opciones alternativas a la creación de bancos de germoplasma nacionales, particularmente para la conservación de colecciones base duplicadas¹¹⁴.

118. En varias de las reuniones preparatorias se habló de la necesidad de que los países de las regiones o subregiones compartieran las cargas o los costos de la conservación¹¹⁵. Los países reconocieron también la importante función de la Red internacional de colecciones base bajo los auspicios de la FAO a este respecto¹¹⁶. En septiembre de 1994 se incorporaron a la red 12 centros del GCIAI; posteriormente se ha incorporado un país, y otros 30 han manifestado su voluntad de hacerlo.

Programas del GCIAI

119. Prácticamente todos los países han mencionado en sus informes la colaboración con los centros internacionales de investigación agrícola del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAI). Mientras que la organización de la conservación y el mejoramiento de los cultivos de los que se ocupan tienen fundamentalmente un ámbito mundial (Cuadro 7.2), algunas otras actividades del GCIAI son de carácter ecorregional. Muchos países han propuesto la ampliación del programa de investigación de los centros del GCIAI para abarcar una mayor variedad de especies¹¹⁷. Además de las redes específicas de cultivos que funcionan en un ámbito regional y subregional, hay varias redes específicas de cultivos de alcance mundial.

¹¹³ Reuniones subregionales de África austral y de América del Norte.

¹¹⁴ Reuniones subregionales del Mediterráneo, de Asia central y occidental y de Asia meridional. Un país donante facilitó datos sobre los costos recientes de la construcción de instalaciones para bancos de germoplasma en varios países en desarrollo. Además, se obtuvieron estimaciones de los costos de una compañía privada con experiencia en la construcción de bancos de germoplasma, y un país presentó una propuesta para la construcción de un banco de germoplasma nacional. Tomando como base estas cifras (que presentaban diferencias importantes), la construcción de unas instalaciones de conservación a largo plazo en cada país de los que actualmente no tienen ninguna podría costar entre 40 millones y más de 1 000 millones de dólares EE.UU. (excluidos los gastos anuales de funcionamiento).

¹¹⁵ Reuniones subregionales del Mediterráneo, de África occidental y central y de Asia oriental y las islas del Océano Índico.

¹¹⁶ Reuniones subregionales de África occidental y central y de África austral.

¹¹⁷ Reunión subregional de África austral.

La FAO y el Sistema mundial

120. Desde 1983, la FAO está organizando un Sistema mundial para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, de carácter amplio¹¹⁸. En el Cuadro 7.3 se indica la situación actual de los componentes del Sistema mundial. En el Programa 21 de la CNUMAD se pedía que se fortaleciera el Sistema mundial y, a este respecto, la Comisión ha convenido en que la preparación del primer Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo y el Plan de acción mundial, como dos de sus elementos fundamentales, constituyen una contribución importante en este sentido. El fortalecimiento de los mecanismos jurídicos, financieros e institucionales que intervienen se está abordando en un proceso paralelo de la revisión del Compromiso Internacional, por medio de negociaciones en la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.

121. Además de proporcionar la Secretaría a la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y apoyo a los demás componentes del Sistema mundial, el Programa de Campo de la FAO respalda la creación de capacidad nacional para la conservación de los recursos fitogenéticos, el fitomejoramiento, la producción y distribución de semillas y las cuestiones jurídicas y normativas conexas. El Programa de Campo de la FAO ha llevado a cabo también un número elevado de proyectos y programas en países en desarrollo, muchos con componentes relacionados con la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. La financiación en numerosos casos está a cargo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Otras organizaciones internacionales que se ocupan de actividades relativas a los RFAA

122. Otras organizaciones intergubernamentales e internacionales son el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Consejo Científico del Commonwealth, la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), el Banco Mundial, los Bancos Regionales de Desarrollo y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

¹¹⁸ En el Artículo 7 del Compromiso Internacional de la FAO se declara que "las disposiciones internacionales actuales que, bajo los auspicios de la FAO y de otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, aplican instituciones nacionales y regionales e instituciones que reciben apoyo del GCIAl, en particular el CIRF, para la prospección, recolección, conservación, mantenimiento, evaluación, documentación, intercambio y utilización de recursos fitogenéticos, se perfeccionarán ulteriormente, y en caso necesario se complementarán, para elaborar un sistema mundial..."

Cuadro 7.1 Redes regionales subregionales sobre los RFAA

Región	Subregión	Redes existentes sobre los RFAA	Situación y observaciones	Redes específicas de cultivos
Europa	Europa occ.	PEC/RF	Red muy bien organizada; autofinanciada	EUFORGEN: para los recursos genéticos forestales. ESCORENA: para el algodón, el olivo, la soja y las frutas subtropicales. MESFIN: para las frutas de la región mediterránea.
	Europa oriental		Son miembros la mayoría de los países de la región	
Cercano Oriente	Mediterráneo S-or.	WANANET	Red bien organizada; hay que fortalecer los vínculos con el PEC/RF (p.ej. en el Mediterráneo)	En las actividades de la red intervienen instituciones de Eur., Afr. del N. y Asia occ. sobre el pistacho, la roqueta, el orégano, y el trigo vestido. MESFIN: frutas de la región mediterránea.
	Asia occ.		La mayoría de los países de la región son miembros, excepto los de la CEI de Asia central	
	Asia central		Se requiere una red o subred para los países de la CEI de Asia central	
Africa SS	Africa austral	SPGRC	Red bien organizada; son miembros todos los países de la región; autofinanciación parcial	La SACCAR coordina varias redes para el mejoramiento del mijo, el maní, el guandú, el caupí, las raíces cultivadas, el trigo, el maíz, el frijol y las hortalizas regionales.
	Africa central	—	Propuesta una red para Africa central y occidental en el marco de las organizaciones existentes	El CORAF comprende algunas redes de cultivos para el maní, el algodón, la yuca, el maíz y el arroz.
	Africa occidental	—	Señalada la necesidad de mayor cooperación	Lo mismo que para Africa central.
	Africa oriental			PREPACE: para la papa y la batata; EARRNET: raíces cultivadas; EARSMN: sorgo y mijo; EARCORBE: banano; RESAPAC: frijol; AFRENA: plantas agroforestales.
	Océano Indico			—
Asia / Pacífico	Asia meridional	S.As./PGRN	Se está organizando una red oficial	— APINMAP: Información sobre plantas medicinales y aromáticas; SAPRAD: para la papa y la batata; UPWARD:papa.
	Asia S-or.	RECSEA	Red bien organizada, se necesita más financiación	
	Asia oriental	E.As./PGRN	Se está organizando una red oficial	
	Pacífico	Pacific PGRN	Se está iniciando una red oficial	
Américas	América del Sur	TROPIGEN REDARFIT Procisur-RF	Redes bien organizadas, con una base agroecológica; todos los países son miembros de una o varias	Frijol: PROFIZA (zona andina); papa: PRACIPA (zona andina); cacao: PROCACAO; café: PROMECAFE.; cítricos: IAGNET.
	Am. Central y México	REMERFI	Red bien organizada	PROFIJOL para el frijol; PRECODEPA para la papa; IAGNET para los cítricos.
	Caribe	CMPGR	Nueva red, orientada sobre todo a los países de lengua inglesa; necesita integrarse con los países de lengua española y francesa	PRECODEPA: red para la papa.
	América del Norte	—	Buenas vinculaciones bilaterales	

Cuadro 7.2 Programas de conservación de algunos centros de investigación agrícola		
Centro	Principales cultivos/grupos de cultivos	Ambito
CIAT	Cinco <i>Phaseolus</i> spp. cultivados, género <i>Manihot</i> , especies forrajeras tropicales	
CIMMYT	Maíz, trigo hexaploide y <i>triticale</i>	Acervos génicos completos, estrecha cooperación con el ICARDA sobre el trigo
CIP	Papa, batata y varios cultivos secundarios de raíces y tubérculos andinos	Acervos génicos completos
ICARDA	Cebada, lenteja, haba, trigo duro, trigo candeal y garbanzo de Kabul	Acervos génicos completos; para la cebada, la responsabilidad mundial se puede compartir con otras instituciones por medio de una red
INIBAP (parte del IIRF)	Banano y plátano, spp.	Acervo génico completo de <i>Musa</i>
ICRISAT	Sorgo, mijo perla, garbanzo, guandú, maní, mijo secundario	Acervos génicos completos; para los mijos secundarios, sólo responsabilidad de colecciones base
IITA	Yuca, maíz plátano, caupí, soja, arroz, ñame, plantas agroforestales spp.	Responsabilidad sobre el acervo génico completo para <i>Vigna unguiculata</i> y <i>Dioscorea</i> spp. También se conserva germoplasma de otras especies
IRRI	Arroz	Acervo génico completo de <i>Oryza</i> y géneros afines
ADRAO	Arroz de Africa occidental <i>Oryza sativa</i> y <i>O. glaberrima</i>)	Variabilidad genética completa de los cultivos que tiene encomendados con respecto a la recolección, conservación y documentación
ICRAF	Ninguna especie concreta encomendada, más de 2 000 árboles polivalentes	Prevista la concentración en 20 especies; el concepto de acervo génico no es tan importante para las especies agroforestales; cooperación con otros centros (CIAT, CIFOR, ICRISAT, IITA, ILCA, IIRF e IRRI)
ILRI	No tiene cultivos encomendados, especies útiles para pienso	No es realmente aplicable el concepto de acervo génico; responsabilidad aceptada para la recolección, conservación y documentación
CIFOR	Especies forestales	
IIRF (para el INIBAP, véase <i>supra</i>)	Todas las especies cultivadas, en particular los cultivos de importancia regional y los que no tienen encomendados otros centros	Coordinación de la estrategia de investigación de todo el sistema; suministro de documentación, información y capacitación en estrecha cooperación con otros centros y con los sistemas nacionales de investigación agrícola
Fuente: Basado en el documento de trabajo AGR/TAC: IAR/92/24		

Cuadro 7.3 Estado del Sistema mundial para la conservación y utilización de los RFAA

Componentes	Función	Estado
Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura	Foro mundial intergubernamental	Creada en 1983 como Comisión de Recursos Fitogenéticos; 138 miembros (agosto de 1995). Seis reuniones ordinarias y una extraordinaria celebradas; en 1995 se amplió el ámbito para incluir otros sectores de la agrobiodiversidad, comenzado con el ganado. Hay un Cuadro de expertos en recursos genéticos forestales que es un órgano de asesoramiento técnico de la FAO
Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos	Acuerdo no vinculante para asegurar la conservación, la utilización y la disponibilidad de los RFAA	Aprobado en 1983; se han adherido 110 países; anexos aprobados en 1989 (incluidos los derechos del agricultor) y 1991. Actualmente en fase de revisión, con la armonización con el CDB, la elaboración de acuerdos sobre el acceso y la aplicación de los derechos del agricultor
Fondo Internacional para los Recursos Fitogenéticos	Proporcionar un canal para el apoyo y la promoción de la conservación y la utilización sostenibles de los recursos fitogenéticos a nivel mundial	Todavía no funciona. Aprobado en principio por la Conferencia de la FAO; el PAM será útil para determinar las necesidades del Fondo
Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los RFAA	Racionalizar y mejorar las actividades internacionales de conservación y utilización de los RFAA	Se prevé la aprobación del Plan en la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, en junio de 1996
Informe sobre el estado de los RFAA en el mundo	Informar sobre todos los aspectos de la conservación y utilización de los RFAA, a fin de conocer las lagunas, los obstáculos y las situaciones de urgencia	El primer informe se examinará en la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos. Se prevé su aprobación en ella, en junio de 1996
Sistema de información y alerta mundial	Recopilar y difundir datos sobre los RFAA y las tecnologías conexas; conocer los peligros para la diversidad genética	El sistema de información ya se ha establecido, con registros de las colecciones <i>ex situ</i> de 135 países. El sistema de alerta está en fase de planificación
Red de colecciones <i>ex situ</i> bajo los auspicios de la FAO	Facilitar el acceso a las colecciones <i>ex situ</i> en condiciones justas y equitativas	Creada con las colecciones de 12 CIIA (acuerdo firmado en octubre de 1994); 31 países han manifestado que están dispuestos a incorporar sus colecciones; uno ha formado un acuerdo. Se han aprobado unas normas internacionales para los bancos de germoplasma
Red de zonas <i>in situ</i>	Promover la conservación de las variedades locales, las plantas silvestres afines de las cultivadas y los recursos genéticos forestales	No se han registrado avances significativos
Código de conducta para la recolección y la transferencia vegetal	Promover la conservación de los recursos fitogenéticos, incluida su recolección y utilización, de manera que se respete el medio ambiente y las tradiciones y la cultura locales	Aprobado por la Conferencia de la FAO en 1993
Código de conducta sobre la biotecnología	Promover prácticas sin riesgos y la transferencia de tecnologías apropiadas	El examen del proyecto de código se suspendió en espera de la revisión del Compromiso Internacional
Redes relativas a cultivos	Promover la utilización sostenible y óptima del germoplasma	Se han creado nueve redes interregionales o internacionales
El número total de países y organizaciones regionales de integración económica que se han incorporado como miembros a la CRFAA y/o se han adherido al Compromiso es de 149.		
Actualizado a partir del Informe sobre la evaluación del programa de la FAO, 1993-94		

Capítulo 8

Acceso y distribución de los beneficios

123. Dos de los objetivos del Compromiso Internacional y del Convenio sobre la Diversidad Biológica consisten en facilitar el acceso a los RFAA, en el marco de mecanismos apropiados, y distribuir los beneficios derivados de su utilización¹¹⁹. El Compromiso Internacional se está revisando en la actualidad con el apoyo de la Conferencia de las Partes en el Convenio, por medio de negociaciones entre los países en la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, a fin de armonizarlo con el Convenio y tener en cuenta las cuestiones del acceso a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la aplicación de los derechos del agricultor¹²⁰.

Acceso

124. El hecho de que los sistemas agrícolas de prácticamente todos los países dependan en gran medida de especies no autóctonas es una demostración de la amplia dispersión del material desde los mismos comienzos de la agricultura. En más de 1 300 bancos de germoplasma hay un número superior a seis millones de muestras (muchas de las cuales son duplicados), fundamentalmente como consecuencia del elevado grado de acceso a los RFAA a lo largo de la historia.

125. Hasta hace poco, los RFAA se consideraban como "patrimonio común de la humanidad". En general se ha permitido libremente su recolección. Recientemente se ha aprobado en la FAO un Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal, de carácter voluntario, basado en el principio de la soberanía nacional sobre los recursos fitogenéticos. En el Código se establecen las normas y principios que han de observar los países que se adhieran a él y se proponen varios mecanismos para la distribución de los beneficios. En el Convenio sobre la Diversidad Biológica se estipula el acceso a los recursos fitogenéticos en condiciones mutuamente convenidas, basado en el consentimiento fundamentado previo del país que proporciona los recursos.

126. Muchos de los mayores bancos de germoplasma del mundo, entre ellos los de Europa, América del Norte y el sistema del GICAI, aplican una política de disponibilidad sin restricciones para los usuarios de buena fe¹²¹. En el Cuadro 8.1 se indica el número de muestras de material que han distribuido los centros del GICAI, por tipos y destinos. Algunos bancos de germoplasma de países en desarrollo mantienen una política análoga con respecto al acceso, aunque la escasez de recursos para multiplicación y tratamiento puede limitar o retrasar la disponibilidad¹²². La falta de acuerdo político entre los países sobre asuntos no relacionados con los RFAA ha creado problemas en ocasiones para el acceso. En algunos casos, determinados países parecen haber limitado como norma el acceso al germoplasma de características únicas y con valor potencial todavía no sometido a mejoramiento¹²³. Sin embargo, la gran mayoría de las muestras únicas de RFAA de las colecciones *ex situ* han estado en general disponibles con fines de fitomejoramiento e investigación. La Dependencia de Intercambio de Semillas de la FAO ha distribuido a lo largo de los años más de 500 000 muestras de semillas y material de plantación de variedades mejoradas y locales.

127. Sin embargo, no suelen estar libremente disponibles las líneas de mejoramiento, las estirpes genéticas especiales y otro material sometido a mejoramiento. Por otra parte, la información acerca de

¹¹⁹ El Convenio tiene tres objetivos primordiales: conservación, utilización sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios. También se reconocen en él como objetivos intermedios la facilitación de un acceso apropiado a los recursos genéticos y a la información y tecnologías correspondientes y de una financiación apropiada, teniendo en cuenta los derechos sobre todos esos recursos.

¹²⁰ Resolución 3/91, definición de derechos del agricultor.

¹²¹ Durante el período de 1992-94, los Estados Unidos, por ejemplo, distribuyeron en total 116 897 muestras a 126 países.

¹²² China, por ejemplo, indicó que eran necesarios fondos para la multiplicación de semillas, con objeto de permitir el intercambio de recursos genéticos. Academia China de Ciencias Agrícolas: "Propuestas para la redacción del Plan de acción mundial sobre los recursos fitogenéticos" (comunicación a la Secretaría de la FAO, 10 de octubre de 1994).

¹²³ Se citan a menudo como ejemplo el café y la pimienta negra.

los RFAA mantenidos por compañías privadas y el acceso a ellos están por lo general restringidos. El uso de material protegido por patentes o por derechos del obtentor está sujeto a determinadas condiciones.

128. En el Convenio sobre la Diversidad Biológica se estipula la concesión del acceso en "condiciones mutuamente convenidas". Tales condiciones se pueden acordar bilateral o multilateralmente. En relación con la biodiversidad agrícola, la Conferencia de las Partes ha expresado su apoyo al proceso de revisión del Compromiso Internacional emprendido en la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO¹²⁴.

Distribución de los beneficios

129. La contribución de las variedades de los agricultores y las plantas silvestres afines de las cultivadas a las variedades modernas que se cultivan en numerosos países en la actualidad es un hecho totalmente evidente. Hay cultivos, como la caña de azúcar, el tomate y el tabaco, que no se podrían cultivar a una escala comercial importante si no fuera por la contribución decisiva de las plantas silvestres afines de estos cultivos a la resistencia a las enfermedades¹²⁵. Sin embargo, no se ha llegado a ningún acuerdo general sobre la estimación del valor del material genético así utilizado. Asimismo, no hay ninguna estimación del aumento del valor económico de las variedades mejoradas.

130. Sin embargo, el análisis económico respalda la opinión de que muchos de los que intervienen en la conservación y mejoramiento de los RFAA, como numerosos agricultores y sus comunidades, no reciben unos beneficios proporcionales al valor del germoplasma procedente de sus campos¹²⁶. Los países han reconocido esto por medio de la resolución de la FAO sobre los derechos del agricultor, en la que se pide que los agricultores y sus comunidades participen plenamente de los beneficios derivados del uso de los recursos fitogenéticos.

131. Durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional, los países insistieron en la importancia de la utilización de los RFAA como principal medio para aumentar el valor del material y obtener beneficios de él.

132. Ahora son muchos los países, y muchos sus agricultores, que se benefician de la obtención de nuevas variedades, basándose en el uso de los RFAA, incluso los obtenidos a partir de material genético mejorado proporcionado por los centros internacionales de investigación agrícola. Sin embargo, como se señala en el presente informe, algunos agricultores, en particular los que trabajan en zonas marginales desde el punto de vista económico, con frecuencia no obtienen beneficios apreciables de ese material. Se suele tratar de los agricultores y comunidades que más se ocupan de la conservación, mejoramiento y disponibilidad de los RFAA de valor para el fitomejoramiento oficial. A partir de los datos recogidos en el informe, en el Plan de acción mundial se proponen varias actividades cuyo objeto es beneficiar a esos agricultores en particular.

133. No fue posible determinar la cuantía total de los fondos transferidos bilateralmente o mediante mecanismos multilaterales con fines de conservación, mejoramiento y utilización de los RFAA. El presupuesto anual total del GCIAI, por ejemplo, es de alrededor de 300 millones de dólares. Sin embargo, no se pueden utilizar cifras de este tipo como indicador de la distribución de los beneficios, aunque sólo sea porque también obtienen grandes beneficios los países donantes.

¹²⁴ Decisión 11/15 de la segunda reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Yakarta, Indonesia, 6-17 de noviembre de 1995.

¹²⁵ Las cuestiones metodológicas relativas a la valoración económica de los RFAA se examinan en el Capítulo 9.

¹²⁶ CPGR-6/95/8-Sup., sexta reunión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos: "Revisión del Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos. Análisis de algunos aspectos técnicos, económicos y jurídicos para su examen en la Fase II: Acceso a los recursos fitogenéticos y derechos del agricultor".

Cuadro 8.1 Muestras de germoplasma distribuidas por los centros del GCIAI, por sectores, durante el período de 1992-94, y por número y porcentaje de muestras

	Otros centros internacionales de investigación agrícola		Sistemas nacionales de investigación agrícola de países en desarrollo		Sistemas nacionales de investigación agrícola de países desarrollados		Sector privado		Total
	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	
CIAT									
Phaseolus	4 268	77	737	13	488	9	23	0	5 516
Manihoc	91	22	201	48	117	28	10	2	419
Leguminosas forrajeras	1 697	60	609	22	435	15	73	3	2 814
Total	6 056	69	1 547	18	1 040	12	106	1	8 749
CIMMYT									
Maíz	2 618	54	451	9	1 598	33	185	4	4 852
Trigo	3 212	60	1 838	35	276	5	0	0	5 326
Total	5 830	57	2 289	22	1 874	18	185	2	10 178
ADRAO									
Total	1 372	49	1 400	50	0	0	8	0	2 780
ICARDA									
Total	10 333	41	10 034	40	4 624	18	14	0	25 005
CIP*									
Papa	-	-	1 823	93	142	7	-	-	1 965
Batata	-	-	484	95	27	5	-	-	511
Total	-	-	2 307	100	169	100	-	-	2 476
IITA									
Total	3 988	54	2 576	35	810	11	27	0	7 401
ICRISAT									
Total	24 473	56	17 773	40	302	1	1 438	3	43 986
IRRI									
Total	15 453	71	3 458	16	666	12	91	0	21 668
ILRI									
Total	94	14	359	53	67	10	152	23	672
INIBAP**									
Total	11	3	236	64	124	33	0	0	371
TOTAL	67 505	55	41 620	34	11 609	9	1 869	2	123 093

: Exá

Fuente Exámenes de los bancos de germoplasma del GCIAI - SGRP

• Datos no comunicados para otros CIHA o el sector privado.

**El INIBAP ha enviado 478 muestras (58%) al CIRAD sobre todo para la instalación de virus.

Capítulo 9

Estado de los conocimientos

134. En esta sección se presenta un breve resumen de los principales métodos y mecanismos científicos, tecnológicos y de otra índole para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. Para una información más específica y técnica en relación con cualquiera de los temas, en las referencias citadas se indican algunos de los exámenes más amplios que había disponibles en la bibliografía científica en el momento de redactar este documento.

Métodos de análisis y evaluación de la diversidad, la erosión y la vulnerabilidad genéticas

135. La diversidad se puede analizar a nivel intraespecífico e interespecífico. También se puede estudiar en otros niveles de organización, desde los ecosistemas hasta los niveles celular, subcelular y molecular. Son numerosos los métodos existentes para determinar el grado de variación genética entre distintas plantas o poblaciones. El uso de una metodología particular varía en función del tipo de información que se necesita (Cuadro 9.1).

- i) Los métodos basados en la morfología permiten analizar las diferencias de rasgos observables (fenotipos) entre las distintas plantas. Estos métodos son relativamente económicos y constituyen la base de la caracterización de las muestras de plantas en los bancos de germoplasma.
- ii) Los métodos moleculares permiten analizar las diferencias entre las proteínas o el ADN de las plantas¹²⁷. Existe una amplia variedad de técnicas moleculares disponibles, y constantemente están surgiendo otras nuevas¹²⁸. Los métodos más nuevos por lo general requieren equipo y suministros más complejos.

136. En el plano de los ecosistemas, son fundamentales conocimientos taxonómicos especializados para la prospección de la diversidad de las especies en una región y el establecimiento de inventarios de especies que permitan cartografiar su área de distribución geográfica. Para muchos cultivos infrautilizados y plantas alimenticias silvestres, tales prospecciones son un requisito previo esencial para seguir estudiando la diversidad de una especie particular¹²⁹. En numerosos países, particularmente los países en desarrollo, es necesario aumentar la capacidad científica en materia de taxonomía¹³⁰. Mediante algunas iniciativas actuales, como BioNET-International se busca aumentar la capacidad científica de los países en desarrollo en materia de taxonomía para que puedan inventariar efectivamente sus recursos¹³¹.

137. El análisis de la diversidad de los recursos fitogenéticos basado en tales métodos puede servir para:

- identificar las zonas con diversidad genética elevada¹³²;
- determinar las prioridades de recolección y las estrategias de muestreo¹³³;

¹²⁷ Avise, J.C. (1994). *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. 1st edn. Chapman & Hall, New York, pp511.; Hillis, D.M. y Moritz, C. (1990). *Molecular Systematics*, 1st edn. Sinauer Associates, Inc., Sunderland MA.

¹²⁸ Westman, A.L. y Kresovich, S. (en prensa) Use of molecular marker techniques for description of plant genetic variation. Commonwealth Agricultural Bureau.

¹²⁹ Prance, G.T. (1995). Systematics, conservation and sustainable development. *Biodiversity and Conservation* 4:490-500.

¹³⁰ Eshbaugh, W.H. (1995). Systematics Agenda 2000: A historical perspective. *Biodiversity and Conservation* 4:455-462; Mc Neely, J.A. (1995). Keep all the pieces: Systematics 2000 and world conservation. *Biodiversity and Conservation* 4:510-519.

¹³¹ Jones, T. (1995). Down in the woods they have no names - BioNET - INTERNATIONAL. Strengthening systematics in developing countries. *Biodiversity and Conservation* 4:501-509.

¹³² Hamrick, J.L. y Godt, M.J. (1990). Allozyme diversity in plant species; in Brown, Clegg, Kahler, Weir (Eds.) *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*.

¹³³ Schoen, D.J. y Brown, A.H.D. (1991). Intraspecific variation in population gene diversity and effective population size correlates with the mating system. *Proc. Natl. Acad. Sci USA* 88:4494-97.

- orientar para la designación de zonas de conservación *in situ* o en fincas¹³⁴;
- vigilar la erosión¹³⁵ o la vulnerabilidad¹³⁶ genéticas;
- orientar sobre la ordenación de las colecciones *ex situ*¹³⁷;
- aumentar al máximo la diversidad genética elegida para las colecciones básicas¹³⁸;
- comparar las regiones con utilidad agronómica del genoma de distintos cultivos¹³⁹;
- definir la identidad de las variedades mejoradas o de otros recursos fitogenéticos¹⁴⁰;
- vigilar los desplazamientos de recursos fitogenéticos¹⁴¹.

138. Aunque la mayoría de estos métodos permiten medir la diversidad genética, no se suelen aplicar a la medición de la utilidad genética para la alimentación y la agricultura. A fin de determinar la utilidad de muestras vegetales concretas para la agricultura se ha de efectuar una selección (evaluación) de características agronómicas deseables. Alguna diversidad que es útil para la alimentación y la agricultura también se puede identificar mediante el uso de encuestas acerca de los conocimientos indígenas y tradicionales.

139. La transferencia efectiva de tecnología correspondiente a muchas de las técnicas más perfeccionadas puede resultar difícil para los países que en la actualidad carecen de la infraestructura necesaria, personal capacitado y recursos para mantener las técnicas o aplicarlas¹⁴². Dicha transferencia puede ser más apropiada para los centros de excelencia regionales, que cuentan con una financiación suficiente para respaldar las técnicas y aplicarlas a problemas de interés regional¹⁴³.

Métodos de conservación ex situ

140. Se han establecido metodologías y directrices para la recolección de muestras representativas de diversidad genética de numerosos cultivos, y cada vez se aplican más en las misiones de recolección¹⁴⁴. También se están preparando nuevos métodos para la recolección *in vitro* de especies de propagación vegetativa o recalcitrantes¹⁴⁵. Recientemente se ha publicado un manual técnico general sobre la recolección de diversidad fitogenética, en el que se detallan los numerosos aspectos técnicos y prácticos que deben tener en cuenta los recolectores de plantas¹⁴⁶.

¹³⁴ Bonierbale, M., Beebe, S., Tohme, J. y Jones, P. (1995). Molecular genetic techniques in relation to sampling strategies and the development of core collections. IPGRI Workshop on Molecular genetic Techniques for Plant Genetic Resources, 9-11 octubre 1995.

¹³⁵ Robert, T., Lespinasse, R., Pernes, J. y Sarr, A. (1991). Gametophytic competition as influencing gene flow between wild and cultivated forms of pearl millet (*Pennisetum typhoides*). *Genome* 34:195-200.

¹³⁶ Adams, M.W. (1977). "An estimation of homogeneity in crop plants, with special reference to genetic vulnerability in the dry bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica*, 26:665-679.

¹³⁷ Kresovich, S., McFerson, J.R. y Westman, A.L. (1995). Using molecular markers in genebanks. IPGRI Workshop on Molecular genetic Techniques for Plant Genetic Resources, 9-11 octubre 1995.

¹³⁸ Gepts, P. (1995). Genetic markers and core collections. En: Hodgkin, T., Brown, A.H.D., Van Hintum, T.J.L y Morales, E.A.V. (eds.). *Core Collections of Plant Genetic Resources*, John Wiley & Sons: Reino Unido.

¹³⁹ Paterson, A.H., Lin, Y.-R., Li, Z., Schertz, K.F., Doebley, J.F., Pinson, S.R.M., Liu, S.-C., Stansel, J.W. Irvine, J.E. (1995). Convergent domestication of cereal crops by independent mutations at corresponding genetic loci. *Nature* 269:1714-1718.

¹⁴⁰ Lee, D., Reeves, J.C. y Cooke, R.J. (1995). The use of DNA-based markers for distinctiveness, uniformity and stability testing in oilseed rape and barley. UPOV Working Group on Biochemical and Molecular Techniques and DNA Profiling in Particular, documento de la UPOV, BMT/3/4.

¹⁴¹ Hardon, J.J., Vosman, B. y Van Hintum, Th.J.L. (1994). Identifying genetic resources and their origin: The capabilities and limitations of modern biochemical and legal systems. FAO: Roma, Estudio informativo n° 4, noviembre 1994.

¹⁴² Aman, R.A. (1995). A comparative assessment of molecular techniques employed in genetic diversity studies and their suitability in resources limited settings. IPGRI Workshop: Molecular Genetic Techniques for Plant Genetic Resources, 9-11 octubre 1995.

¹⁴³ Komen, J. y Persley, G. (1993). *Agricultural Biotechnology in Developing Countries: A Cross Country Review*. Intermediary Biotechnology Service Research Report 2, La Haya: ISNAR.

¹⁴⁴ Porceddu, E. y Damania, A.B. (1992). Sampling variation in genetic resources of seed crops: a review. *Genetic Resources and Crop Evolution* 39: 39-49.

¹⁴⁵ Sinha, G.C. (1981). Gene pool sampling in tree crops. En: Mehra, K.L., Arora, R.K. y Wadhim, S.R. (eds.) *Plant Exploration and Collection*, NBPGR Sci Monograph No 3, Nueva Delhi.

¹⁴⁶ Guarino, L., Rao, V.R. y Reid, R. (1995). *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines*, Londres: CAB International.

141. Hay varios métodos de almacenamiento del germoplasma que difieren en función de la finalidad de la conservación, el comportamiento de las especies durante ésta y los recursos disponibles (Cuadro 9.3). Las semillas de muchas especies se pueden secar¹⁴⁷ y mantener en condiciones viables a temperaturas bajo cero y con escasa humedad durante muchos años¹⁴⁸. Esta es la forma más conveniente de conservación a largo plazo de muchas especies vegetales que tienen semillas llamadas ortodoxas. Los cultivos de semillas ortodoxas comprenden todos los principales cereales (como maíz, trigo y arroz), la familia de la cebolla, la zanahoria, la remolacha, la papaya, el pimiento, el garbanzo, el pepino, las calabazas, la soja, el algodón, el girasol, la lenteja, el tomate, diversos frijoles, la berenjena, la espinaca y todas las *Brassica*. En 1994, la FAO y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IIRF) publicaron unas normas para los bancos de germoplasma relativas al almacenamiento de especies ortodoxas, que dan orientaciones útiles para la vigilancia de las condiciones de las semillas, su salud, el tamaño de las muestras, la temperatura, la humedad y la viabilidad, así como a la regeneración y otros factores asociados con el almacenamiento de semillas ortodoxas en colecciones activas y base¹⁴⁹.

142. Las semillas de algunas especies no se pueden secar y conservar durante períodos largos con una temperatura y humedad bajas. Tales especies reciben el nombre de recalcitrantes. En el Cuadro 9.2 figura una lista de algunas de estas especies. Se ha conseguido cierto éxito en la prolongación del período de almacenamiento de varias de estas especies¹⁵⁰, pero es necesario seguir trabajando en este sentido. El IIRF ha publicado recientemente un amplio examen del comportamiento en almacenamiento de 7 000 especies vegetales¹⁵¹. Si bien las especies que producen semillas no ortodoxas se pueden conservar *in situ*, tal vez no se pueda mantener exclusivamente con este sistema la diversidad genética de las especies. Hay muchas especies de árboles de gran porte que producen semillas no ortodoxas, y su tamaño sólo permite la conservación de un pequeño número de ejemplares.

143. El criterio aplicable al almacenamiento puede depender también de la biología de la especie y de los órganos vegetales que se elijan para la conservación y regeneración. Muchas especies cultivadas importantes en los países tropicales son de propagación vegetativa (la batata, la yuca, el ñame) y se suelen conservar en bancos de germoplasma de campo. Las colecciones vivas de poblaciones seleccionadas siguen siendo el método de conservación más importante y utilizado para la mayoría de las especies forestales y agroforestales. Ahora se están perfeccionando metodologías *in vitro* para la conservación de algunas especies cultivadas como complemento del almacenamiento en bancos de germoplasma de campo, que están expuestos a peligros¹⁵². Durante los 15 últimos años se han preparado técnicas de cultivo *in vitro* para más de 1 000 especies vegetales. En la conservación *in vitro* de cualquier especie hay numerosas etapas: se requieren procedimientos independientes para el cultivo, el almacenamiento y la regeneración eficaz de los tejidos antes de trasladarlos al suelo. Todos estos procedimientos exigen un volumen considerable de investigación antes de poder aplicarlos de manera habitual en los bancos de germoplasma. Se ha descrito la conservación eficaz *in vitro* del plátano, el banano, la yuca¹⁵³, el ñame¹⁵⁴, la papa¹⁵⁵, la fresa¹⁵⁶, la batata¹⁵⁷ y *Allium* spp¹⁵⁸. Sin

¹⁴⁷ Delouche, J.C. (1980). Preceptos para el almacenamiento de semillas, Mimeografiado. CIAT, Colombia.

¹⁴⁸ Las semillas ortodoxas se han definido como "semillas cuyo período de viabilidad aumenta de manera logarítmica al reducir su temperatura de almacenamiento y contenido de humedad". Roberts, E.H. (1973). Predicting the storage life of seeds, *Seed Science and Technology*, 1:499-514. Véase también: Ellis, R.H., Hong, T.D. y Roberts, E.H. (1985). *Handbook of Seed Technology for Genebanks*. Vol.I. Principles and Methodology. Roma, CIRF.

¹⁴⁹ FAO/IIRF (1994). Normas para los bancos de genes, FAO, Roma.

¹⁵⁰ Ellis, R.E., Hong, T. y Roberts, E.H. (1990). An intermediate category of seed storage behaviour? I. coffee. *J. Exper. Botany* 41:1167-1174.

¹⁵¹ Hong, T.D., Linington, S. y Ellis, R.H. (1996). Compendium of information on seed storage behaviour. IIRF, Roma (en prensa).

¹⁵² Villalobos, V.M. y Engelmann, F. (1995). *Ex situ* conservation of plant germplasm using biotechnology. Roma: FAO, inédito.

¹⁵³ Chavez, R., Roca, W.M. y Williams, J.T. (1987). IBPGR-CIAT collaborative project on a pilot *in vitro* active genebank. FAO/IBPGR PGR NL 71:11-13.

¹⁵⁴ Melaurie, B., Pungu, O., Dumont, R. y Trouslot, M-F. (1993). The creation of an *in vitro* germplasm collection of yam (*Dioscorea* spp.) for genetic resources preservation. *Euphytica* 65:113-122.

embargo, llama la atención el hecho de que hasta 1994 se hubieran conservado en todo el mundo mediante técnicas *in vitro* menos de 40 000 muestras¹⁵⁹. Esto puede deberse al hecho de que la utilización habitual de las técnicas *in vitro* requiere equipo especializado, personal capacitado y un suministro de electricidad garantizado, y estos requisitos limitan el grado de aplicación de las técnicas de cultivo de tejidos por muchos bancos de germoplasma. La FAO y el IIRF están preparando ahora unas normas para la conservación *in vitro* y en bancos de germoplasma de campo.

144. Es preciso seguir investigando para ampliar la gama de especies en la práctica que pueden conservarse de esta manera y para transferir efectivamente dicha tecnología a los países que la necesitan. La tecnología *in vitro* es una de las biotecnologías más "transferibles", puesto que a nivel básico requiere un equipo relativamente poco complejo. Se puede utilizar con varios fines, como la propagación de masa de material clonal de plantación (micropropagación) y la eliminación de virus, así como el almacenamiento de germoplasma. Se están perfeccionando tecnologías de conservación más nuevas, como la criopreservación¹⁶⁰, el almacenamiento de polen, las semillas sintéticas¹⁶¹ y el almacenamiento de semillas ultrasecas¹⁶², pero básicamente están en fase de investigación y no de aplicación.

145. Se ha propuesto la utilización de genotecas para conservar la información genómica total de una especie¹⁶³. Sin embargo, la información genómica total no es igual a la diversidad genética total, y la utilidad agrícola de este sistema está limitada por los siguientes factores: (i) el genotipo está separado del fenotipo, (ii) solamente se pueden utilizar mediante la ingeniería genética genotipos aislados cuya utilidad se ha determinado, y (iii) la creación de cada genoteca es costosa y puede representar sólo una muestra. La principal utilidad de las genotecas está en el aislamiento de genes útiles y no como estrategia de conservación alternativa.

146. La regeneración es un sector de la ordenación de los bancos de germoplasma que tiende a quedar olvidado, particularmente en las prioridades presupuestarias¹⁶⁴. Las muestras se deben regenerar, a fin de reponer las existencias que se han agotado debido a la elevada demanda de ejemplares o por la pérdida de viabilidad. Solamente se debe hacer cuando sea necesario, para limitar los cambios genéticos (deriva genética o translocación) de las muestras debido a la selección ecológica durante el proceso; también se puede producir deriva genética si no se cultivan poblaciones suficientemente grandes¹⁶⁵. La complejidad y el costo del mantenimiento de la integridad genética de las muestras de un cultivo

¹⁵⁵ Dodds, J.H., Huaman, Z. y Lizarraga, R. (1991). Potato germplasm conservation. En: *In vitro Methods for Conservation of Plant Genetic Resources*. Dodds JH (ed.) Londres: Chapman et Hall 93-109.

¹⁵⁶ Withers, L.A. (1991). Crop strategies for roots and tubers: Potato a model for refinement, Yam - a problem for development. En: ATSAF/IBPGR Workshop on Conservation of plant Genetic Resources. Becker, B (ed.), Bonn. ATSAF/IBPGR.

¹⁵⁷ Kuo, C.G. (1991). Conservation and distribution of sweet potato germplasm. En: *In vitro Methods for Conservation of Plant Genetic Resources*. Dodds, J.H. (ed.), Londres: Chapman et Hall.

¹⁵⁸ Novak, F.J. (1990). *Allium* tissue cultures. En: Onion and Allied Crops. Rabinocitch, J.L. y Brewster, J.L. (eds.). Florida: CRC Press Inc.

¹⁵⁹ CPGR-Ex1/94/5 Anexo: Estudio de los datos existentes sobre las colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, 1994.

¹⁶⁰ Withers, L.A. (1990). Cryopreservation of plant cells. *Biol. J. Linnean Society* 43: 31-42.

¹⁶¹ Senaratna, T. y McKersy (1989). Artificial seeds for germplasm preservation, exchange and crop improvement. *Diversity* 2/3:44.

¹⁶² Hong, T.D. y Ellis, R.H. (1996). A protocol to determine seed storage behaviour. Publicación del IIRF; Tao, K-L., Zheng, G-H. y Cheng, H-Y. (1995). An overview of ultradry seed storage for germplasm conservation. FAO: Roma.

¹⁶³ Matlick, J.S., Ablett, E.M. y Edmonson, D.L. (1992). The gene library-preservation and analysis of genetic diversity in Australia. En: *Conservation of Plant Genes. DNA Banking and in vitro Biotechnologies*, Adams, R.P. y Adams, J.E. (eds.). San Diego, Estados Unidos: Academic Press. 15-35.

¹⁶⁴ Hay que señalar que "multiplicación" y "regeneración" son términos distintos: la multiplicación tiene por objeto el suministro de muestras de semillas procedentes de una colección activa y la reposición de las existencias de ésta para satisfacer la demanda de los usuarios; mediante la regeneración se mantiene la viabilidad de las muestras de semillas almacenadas.

¹⁶⁵ Los problemas de los cambios genéticos durante la regeneración tienen especial interés para la ordenación de las colecciones base y se han examinado detenidamente en otra parte. Véase, por ejemplo: Breese, E.L. (1989). *Regeneration and Multiplication of Germplasm Resources in Seed Genebanks: The Scientific Background*. Roma, CIRF.

durante la regeneración depende de la biología de la reproducción de la especie¹⁶⁶. Por ejemplo, es más difícil y costoso mantener la integridad genética durante la regeneración de los cultivos de polinización cruzada que en el caso de los autopolinizados¹⁶⁷. La complejidad y los gastos¹⁶⁸ son superiores para las especies polinizadas por insectos¹⁶⁹. Todavía no se conoce suficientemente la biología de la reproducción de un gran número de cultivos (incluidas las plantas silvestres afines de los principales cultivos y muchos cultivos infrautilizados y secundarios), por lo que la preparación de procedimientos de generación para esos cultivos resulta bastante difícil. Este es un aspecto que requiere nuevas investigaciones¹⁷⁰. La FAO y el IIRF están elaborando ahora unas directrices para la regeneración.

147. Los recursos genéticos son de escasa utilidad para los fitomejoradores o el personal encargado de los bancos de germoplasma a menos que el material vaya acompañado de información adecuada. Como mínimo, en el momento de la recolección se deben recopilar los datos de pasaporte de cada muestra. Estos comprenden información sobre el país de origen, el lugar de la recolección, el nombre de la especie, los nombres locales, etc. El recolector de la muestra ha de registrar esta información en el lugar donde efectúa la recolección. El IIRF ha publicado recientemente unas amplias directrices para la recopilación y registro de los datos de pasaporte sobre el terreno¹⁷¹.

148. Los datos de caracterización son descriptores de las características que son muy heredables, que se pueden observar fácilmente a simple vista y que se expresan en todos los medios. Tales datos describen los atributos de la especie objeto de muestreo, como la altura de las plantas, la morfología de las hojas, el color de las flores, el número de semillas por vaina, etc. Es una información esencial para que el encargado del banco de germoplasma pueda distinguir las muestras de la colección entre sí. A fin de facilitar y normalizar la caracterización de las variantes de distintas especies cultivadas, el IIRF ha publicado unas listas de descriptores detalladas para numerosas especies cultivadas. El COMECON y la UPOV han publicado otras listas de descriptores. Tales descriptores suelen constituir los datos de caracterización que son importantes para la ordenación y utilización de los RFAA. Cada uno de los bancos de germoplasma utilizará dichas listas, cuando proceda, tras añadir o suprimir descriptores particulares que no se consideren de interés para su situación.

149. Muchos rasgos agronómicos que necesitan los mejoradores tienen una complejidad genética excesiva para poder distinguirlos en la caracterización preliminar de las muestras de germoplasma. Esos datos se suelen poner de manifiesto en la fase de evaluación del germoplasma para conocer los rasgos agronómicos útiles, muchos de los cuales pueden estar sometidos a fuertes interacciones entre el genotipo y el medio ambiente (G X M), siendo en consecuencia específicos de un lugar. Sin embargo, la evaluación de las características útiles del germoplasma es por lo general la etapa en la que más valor se añade a las colecciones de recursos fitogenéticos, puesto que solamente entonces se dispone de información sobre si el ecotipo contiene genes de utilidad para los mejoradores y para la agricultura en general y si dicha utilidad es específica de un lugar o no.

¹⁶⁶ Frywell, P.A. (1957). Mode of reproduction of higher plants. *Botanical Rev.* 23:235-230.

¹⁶⁷ Porceddu, E. y Jenkins, G. (eds.). *Seed Regeneration of Cross-Pollinated Species*. AA Balkema: Rotterdam.

¹⁶⁸ El USDA estima que los costos de regeneración pueden oscilar entre 50 y 500 dólares por muestra, dependiendo de que ésta sea autopolinizada o de polinización cruzada por insectos, respectivamente. Sin embargo, tales costos varían también de una región a otra en función de los costos de la mano de obra y otros factores; por ejemplo, se estima que la regeneración de una muestra de col en los Estados Unidos puede costar 700 dólares EE.UU., mientras que en China podría costar 15 dólares regenerar la misma muestra.

¹⁶⁹ Free, J.B. (1970). *Insect pollination of crops*. Academic Press: Nueva York.

¹⁷⁰ En el caso de los cultivos de propagación vegetativa, la integridad genética durante la regeneración clonal no plantea dificultades especiales, mientras que la transmisión de enfermedades de generación en generación y el costo del mantenimiento constante del material vegetal constituyen problemas importantes.

¹⁷¹ Moss, H. y Guarino, L. (1995). Gathering and recording data in the field. En: Guarino, L., Rao, V.R. y Reid, R. (eds.). (1995). *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines*, Londres: CAB International.

150. Por desgracia, la mayoría de los bancos de germoplasma tienen incompletos los datos de pasaporte y caracterización de sus muestras. Sólo en raras ocasiones se dispone de información de evaluación fácilmente utilizable. Esta situación se debe en parte a que los bancos de germoplasma no exigen a los usuarios que devuelvan los datos de evaluación para su utilización posterior por otros.

Conservación in situ

151. Para la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos hay varias técnicas y estrategias ya establecidas, particularmente en relación con las especies silvestres, como por ejemplo las de árboles forestales. La formulación de estrategias de conservación *in situ* exige la realización de estudios ecogeográficos o agroecológicos como medio para identificar RFAA o ecosistemas concretos y ocuparse de su conservación¹⁷². La UICN ha establecido una clasificación de categorías para la evaluación de la amenaza que se cierne sobre especies particulares de plantas silvestres¹⁷³. En muchos países se han utilizado esos criterios en la promulgación de la legislación destinada a proteger las especies silvestres amenazadas. Sin embargo, tales criterios no pretenden, ni pueden hacerlo en la actualidad, mantener los niveles de diversidad intraespecífica que en general se necesitan para la conservación de los RFAA.

152. En el plano de los ecosistemas, la conservación *in situ* está generalmente relacionada con el establecimiento de zonas protegidas. La UICN ha clasificado las zonas protegidas en seis categorías, con arreglo a los objetivos generales de ordenación, y recientemente ha preparado unas "Directrices para las categorías de manejo de áreas protegidas"¹⁷⁴. Muchas de las zonas protegidas existentes contienen RFAA, pero la conservación de estos recursos es a menudo deficiente. Es más, la efectividad de las zonas protegidas para la conservación de la diversidad genética se ha puesto en duda debido a que los inventarios son mínimos y a la falta de atención hacia la diversidad interespecífica e intraespecífica¹⁷⁵. Para buscar una solución a estos problemas, se ha propuesto el concepto de reservas genéticas, pero no se ha conseguido nunca una aplicación amplia¹⁷⁶.

153. En las estrategias más recientes para la ordenación de las zonas protegidas se tiene en cuenta la necesidad de vincular la protección del medio ambiente con el desarrollo humano¹⁷⁷. Muchas zonas protegidas soportan grandes poblaciones de residentes que en la actualidad están excluidos de una participación efectiva en el proceso de adopción de decisiones con respecto a la ordenación de dichas zonas¹⁷⁸. En las Reservas de Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se incluye expresamente el aspecto de las necesidades de desarrollo socioeconómico de los habitantes de las reservas designadas, y en algunas de tales reservas se han incluido también los RFAA entre los objetivos de ordenación¹⁷⁹. Sin embargo, se han expresado serias dudas con respecto al nivel de participación efectiva que pueden tener las comunidades de las zonas designadas en la adopción de decisiones y en otras funciones de planificación¹⁸⁰.

¹⁷² Maxted, N., van Slagaren, M.W. y Rihan, J.R. (1995). Ecogeographic surveys. En "Collecting Plant Genetic Diversity Technical guidelines". Ed. L. Guarino, V. Ramanatha Rao et R. Reid. CAB International.

¹⁷³ UICN (1994). Categorías de las listas rojas de la UICN. UICN: Gland, Suiza.

¹⁷⁴ UICN (1994). Directrices para las categorías de manejo de áreas protegidas. CPNAP, con la ayuda del CMVC. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.

¹⁷⁵ di Castri, F. y Younes, T. (1990). Fonction de la biodiversité au sein de l'écosystème. Compte rendu résumé d'une réunion de travail de l'U.I.S.B - SCOPE, 29-30 junio 1989, Washington. Acta Oecologica 11:429-444; IBPGR (1985) Ecogeographical surveying and *in situ* conservation of crop relatives. Report of an IBPGR Task Force, 30 julio - 1º agosto 1984, Washington DC. Secretaría del CIRF, Roma.

¹⁷⁶ Jain, S.K. (1975). Genetic Reserves. pp. 379-398. En: Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Frankel, O.H. y Hawkes, J.G. (eds.). Nueva York: Cambridge University Press.

¹⁷⁷ Halfiter, G. (1994). Putting the biosphere reserve concept into practice: the Mexican experience. En: Integrating Conservation, Development and Research (en prensa) UNESCO, Parthenion Publishing, Londres, Reino Unido.

¹⁷⁸ Pimbert, M.P. y Pretty, J.N. (1995). Parks, People and Professionals: Putting "Participation Into Protected Area Management", UNRISD Discussion Paper DP 57.

¹⁷⁹ Robertson, J. (1992). Biosphere reserves: Relations with natural World Heritage sites. Parks 3:29-34.

¹⁸⁰ Ghimere, K. y Pimbert, M.P. (1996). Social change and conservation. UNRISD y Earthscan: Reino Unido (en prensa).

154. El número de programas coordinados sobre la conservación en fincas es pequeño, por lo que todavía no se dispone de una tipología clara de métodos¹⁸¹. Los métodos necesarios son con frecuencia específicos de un lugar y con un enfoque multidisciplinario. Pueden ser precisos métodos de extensión innovadores¹⁸² (por ejemplo, de evaluación rural participativa), con el apoyo de conocimientos técnicos para la selección, mejoramiento y producción de semillas, junto con estructuras apropiadas de incentivos.

Métodos de utilización de los RFAA mediante fitomejoramiento

155. El fitomejoramiento consta de cuatro pasos fundamentales: fijación de objetivos, obtención de nuevas combinaciones genéticas, selección y aprobación de cultivares¹⁸³. El objetivo último del fitomejoramiento es la obtención de genotipos con un rendimiento superior en las condiciones de cultivo por los agricultores¹⁸⁴. En el fitomejoramiento oficial, las pruebas consisten en una serie de ensayos en distintos lugares a lo largo de varias estaciones, en los cuales se comparan las nuevas variedades con las existentes. Los métodos de mejoramiento que se eligen suelen depender de los objetivos del programa de mejoramiento, que normalmente se ajustan a la demanda en función de las necesidades de los agricultores y los consumidores.

156. Son dos los principales métodos de mejoramiento de los cultivos mediante el uso de material genético exótico: la introgresión y la incorporación (ampliación de la base)¹⁸⁵. En relación con los cultivos, pueden utilizarse diversas técnicas de fitomejoramiento y biotecnológicas, con una complejidad técnica y unos costos a menudo bastante distintos (Figura 9.1).

157. La introgresión es la introducción de rasgos específicos de germoplasma exótico en material adaptado de los mejoradores, mediante el retrocruzamiento repetido a lo largo de varias generaciones. Esto puede ser extraordinariamente difícil cuando hay genes indeseables unidos al gen que tiene interés agronómico. Recientemente, la llegada de los mapas genéticos moleculares para numerosas especies cultivadas (Cuadro 9.4) ha permitido perfeccionar métodos de introgresión basados en la selección con la ayuda de marcadores moleculares¹⁸⁶. Estas técnicas pueden reducir el número de generaciones, y en consecuencia el tiempo necesario para introducir rasgos específicos. Por desgracia, el costo actual de tales tecnologías es prohibitivo para muchos programas de mejoramiento de los países desarrollados y para la mayoría de los programas de los países en desarrollo¹⁸⁷.

158. A veces, los genes exóticos deseados están disponibles en una especie distinta (por ejemplo, una silvestre afín), que no se puede utilizar en un programa de mejoramiento tradicional debido a la incompatibilidad entre las especies¹⁸⁸. Ahora hay cada vez más métodos biotecnológicos disponibles para facilitar cruzamientos amplios de esta índole, permitiendo así la introducción de los genes deseados. Estas técnicas se han utilizado profusamente para el cruzamiento de especies silvestres afines con el trigo y otros cultivos¹⁸⁹. El cruzamiento amplio requiere mucho tiempo y resulta costoso, por

¹⁸¹ Worede, M. (1992) The role of Ethiopian farmers in the conservation and utilization of crop genetic resources. First Int. Crop Sci. Congress, Ames, Iowa; Altieri, M.A., Merick, L.C. y Anderson, M.K. (1987). Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant genetic resources. *Conservation Biology* 1:49-58.; Brush, S.B. (1991). Farmer conservation of New World crops: the case of Andean potatoes. *Diversity* 7:75-79.

¹⁸² Chambers, R. (1994). Challenging the professions: Frontiers for rural development. Intermediate Technology: Reino Unido.

¹⁸³ Simmonds, N.W. (1979). Principles of crop improvement. Longman: Reino Unido, pp 408; Stalker, H.T. y Murphy, J.P. (1991). Plant Breeding in the 1990s. CAB Int: Reino Unido.

¹⁸⁴ Allard, R.W. (1990). Future directions in plant population genetics, evolution and breeding: En: Brown, A.H.D., Kahler, A.L. y Weir, S. (Eds). *Plant Population Genetics, Breeding and Genetic Resources*. Sinauer Associates, Inc: Sunderland.

¹⁸⁵ Simmonds, N.W. (1993). Introgression and incorporation. Strategies for the use of crop genetic resources. *Biol. Rev.* 68: 539-562.

¹⁸⁶ Mazur, B.J. y Tingey, S.V. (1995). Genetic mapping and introgression of genes of agronomic importance. *Current Opinion in Biotechnology* 6:175-182.

¹⁸⁷ Lande, R. (1991). Marker assisted selection in relation to traditional methods of plant breeding. En: Stalker, H.T. y Murphy, J.P. (1991). *Plant Breeding in the 1990s*. CAB International: Reino Unido.

¹⁸⁸ Stalker, H.T. (1980). Utilization of wild species for crop improvement. *Adv. Agron.* 33:111-147.

¹⁸⁹ Baum, M., Laguda, E.S. y Appels, R. (1992). Wide crosses in cereals. *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 43:117-143.

lo que es preciso realizar nuevas investigaciones y fomentar la cooperación internacional entre los investigadores¹⁹⁰.

159. Las posibilidades de la ingeniería genética radican en su incapacidad para aumentar el acervo génico disponible con vistas a su utilización en los cultivos agrícolas¹⁹¹. No sólo se pueden transferir genes aislados de plantas que interesan por sus rasgos agronómicos, sino también genes antes inaccesibles procedentes prácticamente de cualquier especie, vegetal, animal o bacteriana. La transformación fitogenética describe la transferencia de material genético específico de cualquier especie a un genoma vegetal¹⁹². Desde la producción de las primeras plantas transgénicas de tabaco¹⁹³ en 1984, se ha llegado a la posibilidad de transformar genéticamente una variedad cada vez mayor de especies vegetales¹⁹⁴. Otras novedades recientes de la tecnología de las plantas transgénicas es la transformación del genoma de los cloroplastos¹⁹⁵, que permite obtener niveles superiores de productos génicos, y el perfeccionamiento de técnicas antisentido¹⁹⁶ y de genes silenciosos¹⁹⁷ para "desconectar" los genes indeseables cuyas secuencias de ADN (ácido desoxirribonucleico) se conocen.

160. Mediante el uso de genes de otras especies vegetales se han conseguido numerosos genotipos transgénicos útiles¹⁹⁸. Las técnicas de identificación y aislamiento de genes deseables de plantas son en la actualidad más laboriosas que las técnicas de transferencia de genes, pero están mejorando constantemente¹⁹⁹. También se pueden utilizar fuentes de genes no vegetales mediante la ingeniería genética²⁰⁰. Sin embargo, un inconveniente es que las técnicas actuales de ingeniería genética se limitan a la transferencia de genes aislados o pequeñas zonas del genoma (sobre todo rasgos cualitativos). Así pues, en un futuro próximo seguirán siendo necesarias las técnicas de mejoramiento tradicionales para la transferencia de la mayoría de los rasgos agronómicos que están controlados por numerosos genes (rasgos cuantitativos o poligénicos)²⁰¹.

161. Aunque la introgresión es un método útil para introducir rasgos específicos en una población de mejoramiento, en algunas ocasiones está justificada la ampliación general de la base genética, cuando se necesita nueva variabilidad genética de rasgos poligénicos. Para esto hay que cruzar genotipos diversos y luego efectuar una selección repetida, a partir de las poblaciones obtenidas a lo largo de un número elevado de generaciones en los medios a los que están destinadas. Esto es lo que se conoce como *selección recurrente*²⁰². La población final se podría utilizar directamente en el programa de mejoramiento, o bien cruzarla antes con otro material adaptado localmente. Para el mejoramiento de árboles forestales se han perfeccionado métodos como el sistema de mejoramiento de poblaciones múltiples, en el que van unidos la conservación y el mejoramiento, para combinar los beneficios de la producción genética con el mantenimiento del potencial de adaptación de la especie arbórea.

¹⁹⁰ Duvick, D. (1989). The romance of plant breeding. *Stadler Genetics Symposium*. 19: 39-54.

¹⁹¹ Flavell, R.B. (1995) Plant biotechnology R & D - the next ten years. *Trends in Biotechnology* 13:313-319.

¹⁹² Walden, R. y Wingender, R. (1995). Gene-transfer and plant regeneration techniques. *Trends in Biotechnology* 13:324-331.

¹⁹³ Horsch, R., Fraley, R., Rogers, S., Sanders, P., Lloyd, A. y Hoffmann, W. (1984). Inheritance of functional foreign genes in plants. *Science* 223:496; De Block, M., Herrera-Estrella, L., Van Montagu, M., Schell, P. y Zambryski, P. (1984). Expression of foreign gene in regenerated plants and their progeny. *EMBO Journal* 3:1681-1689.

¹⁹⁴ Schmidt, K. (1995). "Whatever happened to the gene revolution" *New Scientist*, 7 de enero:21-25.

¹⁹⁵ Svab, Z. y Maliga, P. (1993). High frequency plastid transformation in tobacco by selection for a chimeric *aadA* gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. Estados Unidos*, 90:913-917.

¹⁹⁶ Hamilton, A.J., Lycett, G.W. y Grierson, D. (1990). Antisense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plants. *Nature* 346:284-287.

¹⁹⁷ Jorgensen, R. (1991). Silencing of plant genes by homologous transgenes. *AgBiotech News and Information* 4:265-273.

¹⁹⁸ Hemming, D. (1994). Conference Reports: 4th International Congress of Plant Molecular Biology, *AgBiotech News and Information* 6:217-230.

¹⁹⁹ Michelmores, R.W. 1995. Isolation of disease resistance genes from crop plants. *Current Opinion Biotechnology*, 6: 145-152.

²⁰⁰ Knauf, V.C. (1995). Transgenic approaches for obtaining new products from plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 6:165-170.

²⁰¹ Robertson, D.S. (1989). Understanding the relationship between qualitative and quantitative genetics. En: *Development and Application of Molecular Markers to Problems in Plant Genetics*. Helentjaris, T. y Burr, B. (eds.). Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Press.

²⁰² Hallauer, A. (1992) Recurrent selection in maize. *Plant Breeding Reviews*, 9: 115-179.

162. La observación de que en ocasiones hay diferencias entre los mejoradores y los agricultores en sus evaluaciones de las variedades cultivadas ha inducido recientemente a adoptar criterios más participativos para el fitomejoramiento; se supone que esto permitirá obtener variedades más ajustadas a las necesidades de los agricultores con escasos recursos²⁰³. La mayoría de tales agricultores son mujeres²⁰⁴. El fitomejoramiento participativo puede abarcar una amplia gama de opciones, desde el mejoramiento descentralizado controlado por los fitomejoradores hasta diversos grados de participación de los agricultores en el proceso de selección o mejoramiento. Los enfoques participativos se basan en las ventajas comparativas del mejoramiento "no oficial" de los cultivos por los agricultores y el fitomejoramiento "oficial" a cargo de los profesionales²⁰⁵. Ya se ha adquirido una experiencia considerable en los procesos de desarrollo participativo en muchos sectores, como el desarrollo rural, los sistemas de salud comunitaria e incluso la elaboración de productos industriales con participación de los consumidores²⁰⁶. Es menos lo que se ha hecho en relación con el mejoramiento participativo²⁰⁷.

Métodos de valoración de los RFAA

163. Los economistas han elaborado varios métodos para estimar el valor de los bienes públicos. Esta actividad se ha aplicado a su vez a la valoración de la diversidad biológica²⁰⁸. En numerosas ocasiones se ha intentado estimar el valor de las diversas funciones²⁰⁹ (o "servicios") de los ecosistemas en lugar del valor de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura en cuanto tales, por lo que la utilidad es escasa para la valoración completa de tales recursos genéticos²¹⁰. En la mayoría de los métodos se valora la biodiversidad como un conjunto de bienes y servicios no comercializados, estimando la "disponibilidad de la población para pagar", como si se estuvieran en venta. Hay diversos sistemas de este tipo, a saber:

- *Métodos directos*, en los que se utilizan mercados simulados para inducir a los usuarios a declarar si están "dispuestos a pagar". Estos métodos no se han aplicado todavía a los RFAA.
- *Métodos indirectos*, en los que se utilizan mercados sustitutos.
- *Funciones de producción* (un tipo de método indirecto), en las que se usa información acerca de los costos de la obtención de un producto comercializado y su precio, con el fin de deducir el valor de los bienes no comercializados. El aumento del rendimiento en la agricultura se deriva del material genético y de otros insumos (como productos agroquímicos y maquinaria) cuyo costo a menudo se conoce²¹¹. La contribución de los recursos genéticos (en forma de variedades mejoradas) al aumento de la productividad se puede estimar utilizando las funciones de producción.

²⁰³ Esta sección está basada en el Taller de Wageningen sobre mejoramiento participativo (1995), organizado conjuntamente por el CIID, la FAO, el IIRF y el Banco Neerlandés de Germoplasma (CGN/CPRO-DLO), en el que se reunió un grupo de 24 técnicos y sociólogos dedicados activamente al mejoramiento participativo de los agricultores para los medios menos favorables, procedentes de diversos institutos del GICAI, algunas instituciones nacionales y organizaciones de donantes.

²⁰⁴ Quisumbing, A.R., Brown, L.R., Feldstein, H.S., Haddad, L. y Pena, C. (1995). Women: The Key to Food Security, IFPRI: Washington DC.

²⁰⁵ Berg, T., Bjornstad, A., Fowler, C. y Skroppa, T. (1991). Technology Options and the Gene Struggle, Aas: NORAGRIC/Agricultural University of Norway.

²⁰⁶ Nelson, N. y Wright, S. (1995). Power and Participatory Development: Theory and Practice, IT Publications: Londres.

²⁰⁷ Chambers, R., Pacey, A. y Thrupp, L.A. (1993). Farmer First: Farmer innovation in agricultural research, IT Publications: Londres.

²⁰⁸ Perrings, C., Barbier, E.B., Brown, G., Dalmazzone, S., Folke, C., Gadgil, M., Hanley, N., Holling, C.S., Lesser, W.H., Maler, K.G., Mason, P., Panayotou, T., Turner, R.K., y Wells, M. (1995). The Economic Value of Biodiversity press: Cambridge.

²⁰⁹ Perrings, C., Barbier, E.B., Brown, G., Dalmazzone, S., Folke, C., Gadgil, M., Hanley, N., Holling, C.S., Lesser, W.H., Maler, K.G., Mason, P., Panayotou, T., Turner, R.K., y Wells, M. (1995). The Economic Value of Biodiversity press: Cambridge.

²¹⁰ Revisión del Compromiso Internacional. Análisis de algunos aspectos técnicos, económicos y jurídicos para su examen en la Fase II. CPGR-Ex 1/94/5 Sup.

²¹¹ National Research Council (1993). Managing Global Genetic Resources: Agricultural Crop Issues and Policies, National Academy Press: Washington DC, Capítulo 13.

164. En los estudios de valoración o las evaluaciones se deben reconocer los diversos aspectos no financieros de los recursos fitogenéticos que tienen importancia para la población local. Las valoraciones económicas basadas únicamente en los valores de la utilización directa pueden inducir muchas veces a error. A menos que se efectúe un análisis diferenciado, es difícil determinar el valor de los recursos fitogenéticos, cuya apreciación puede variar en función de las estaciones o de otros factores. En los métodos de valoración institucionalizados de carácter económico a menudo no se tienen en cuenta las perspectivas, prioridades, conceptos de valor, etc. de la "población local" con respecto a los recursos fitogenéticos. Se están preparando metodologías de valoración social y económica basadas en los conocimientos locales, los usos y los valores de los recursos silvestres, con la participación de los hombres y mujeres locales en el proceso de valoración²¹².

165. Hay una serie de instrumentos jurídicos y otros mecanismos, que se han examinado con más detalle en documentos anteriores de la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO, que ofrecen interés en relación con la distribución de los beneficios derivados del uso de los recursos fitogenéticos²¹³. De manera resumida, pueden dividirse en cuatro tipos:

- derechos de propiedad intelectual (DPI), como patentes²¹⁴ y derechos del obtentor²¹⁵;
- derechos distintos de los DPI sobre una propiedad intangible, como secretos comerciales, derechos de propiedad cultural²¹⁶, derechos de remuneración, denominaciones de origen y protección de las expresiones del folklore²¹⁷;
- derechos contractuales²¹⁸ (incluidos los acuerdos de transferencia de material)²¹⁹;
- acuerdos internacionales²²⁰ sobre el acceso a los RFAA, su utilización y la remuneración correspondiente, como el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos de la FAO²²¹.

166. Cada uno de éstos, por separado o junto con otros, puede contribuir a los mecanismos bilaterales o multilaterales para la distribución justa y equitativa de los beneficios con los países, comunidades y agricultores. Es necesario analizar más a fondo las posibilidades de cada opción.

²¹² Hinchcliffe, F. y Melnyk, M. (1995). *The Hidden Harvest: The Value of Wild Resources in Agricultural Systems*. IIED: Londres.

²¹³ Para un examen más completo, véase el documento CPGR-Ex 1/94/5 Sup. y Correa (1994). *Sovereign and Property Rights over Plant Genetic Resources*, Comisión de Recursos Fitogenéticos, Estudio informativo N° 2.

²¹⁴ Bent, et al. (1991). *Intellectual Property Rights in Biotechnology Worldwide*, Stockton Press, Nueva York.

²¹⁵ Heitz, A. (1995). *An introduction to the protection of new plant varieties and UPOV*. Paper presented at the WANA Seed network Council Meeting, 20-23 marzo 1995, Antalya, Turquía.

²¹⁶ Convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, la exportación y la transferencia de propiedad ilícitas de bienes culturales, administrada por la UNESCO.

²¹⁷ UNESCO/OMPI. *Model Provisions for the Protection of Expression of Folklore against Illicit Exploitation and other Prejudicial Actions*.

²¹⁸ Por ejemplo, los *Contratos de prospección biológica* constituyen un marco para determinar los derechos y obligaciones, y en particular atribuir derechos de propiedad y reglamentar la distribución de los beneficios, en el caso del descubrimiento de plantas con nuevas aplicaciones comerciales. Los beneficios para los donantes de germoplasma suelen adoptar la forma de pagos anticipados por el derecho de prospección o pagos de derechos derivados del uso del material descubierto durante un período determinado, o bien ambas cosas. Los contratistas obtienen a cambio el derecho de patentar o de explotar exclusivamente de otra manera los materiales descubiertos. Este tipo de contrato se ha aplicado hasta ahora a plantas silvestres y productos bioquímicos derivados de ellas con fines medicinales o industriales, pero todavía no a la recolección de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. El acuerdo Inbio-Merck, en Costa Rica, es el ejemplo más conocido de contrato de bioprospección. Otro ejemplo es el acuerdo entre Bristol Myers Squibb, Conservation International y el pueblo tirio de Suriname.

²¹⁹ Barton, J., y Siebeck, W. (1994). "Material transfer agreements in genetic resource exchange. The case of the International Agricultural Research Centres"; *Issues in Genetic Resources*, No.1; CIRF, Roma, mayo 1994.

²²⁰ El Fondo para el Patrimonio Mundial, de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, patrocinada por la UNESCO, constituye un modelo útil de tales acuerdos. Se proporcionan fondos de manera continuada a cambio de la conservación constante de lugares de la Lista del Patrimonio Mundial. Los fondos se recaudan como cuotas obligatorias asignadas a los países desarrollados, y en la práctica son una forma de impuesto internacional sobre los países en función de su capacidad de pago.

²²¹ Resoluciones 8/83, 4/89, 5/89 y 3/91 de la Conferencia de la FAO.

Cuadro 9.1: Ventajas e inconvenientes de algunos métodos utilizados habitualmente para medir la variación genética

Método	Variación detectada	Producción de la muestra	Loci analizados por ensayo	Reproductibilidad entre ensayos	Tipo de característica analizada	Herencia de la característica analizada	Nivel tecnológico necesario
Morfología ¹	baja	alta	número bajo	media	rasgo fenotípico	cualitativa/ cuantitativa	bajo
Análisis genealógico	media	n.d.	n.d.	buena	grado de ascendencia común	n.d.	bajo
Isoenzimas ³	media	media	número bajo	media	proteínas	codominante	medio
PLFR (Copia corta)	media	baja	número bajo (específico)	buena	ADN	codominante	alto
PLFR (Copia larga)	alta	baja	número alto (específico)	buena	ADN	dominante	alto
APAA ⁴	alta- media	alta	número alto (aleatorio)	escasa	ADN	dominante	medio
Determinación de la secuencia de ADN	alta	baja	número bajo (específico)	buena	ADN	codominante/ dominante	alto
Marcaje ⁵ de RSS ⁶	alta	alta	número medio (específico)	buena	ADN	codominante	alto
PLFA ⁷	media-alta	alta	número alto (aleatorio)	media	ADN	dominante	alto

Referencias del Cuadro 9.1

1: Anon. (1995). Descriptor Lists. En: IIRF, Lista de publicaciones del IIRF, octubre 1995, IIRF, Roma, p.21-26.

2: Cabanilla, V.R, Jackson, M.T y Hargrove, T.R. (1993). Tracing the ancestry of rice varieties., 17th International Congress of Genetics, Volume of Abstracts, p.112, 15-21 agosto 1993.

3: Brown, A.H.D. y Clegg, M.T. (1983). Isozyme assessment of plant genetic resources. Current Topics in Biological and Medical Research 11:285-295.

4: Tingey, S.V. y Del Tufo, J.P. (1993). Genetic analysis with RAPD markers. Plant Physiology, 101:349-352.

5: Sasaki, T., Song, J., Koga-Ban, Y., Matsui, E., Fang, F., Higo, H., Nagasaki, H., Hori, M., Miya, M., Murayama-Kayano, E., Takiguchi, T., Takasuga, A., Niki, T., Ishimaru, K., Ikeda, H., Yamamoto, Y., Mukai, Y., Ohta, I., Miyadera, N., Havukkala, I. y Minobe, Y. (1994). Toward cataloguing all rice genes: Large scale sequencing of randomly chosen rice cDNAs from a callus cDNA library. Plant Journal, 6:615-624.

6: Véase, p.e., Saghai-Marooof, M.A., Biyashev, R.M., Yang, G.P., Zhang, Q. y Iland, R.W. (1993). Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in barley: Species, diversity, chromosomal locations and population dynamics. Proc. Natl. Acad. Sci. (USA) 91:5466-5490; Zhang, Q, Gao, Y.J., Saghai-Marooof, M.A., Yang, S.H. y Li, X.J. (1995) Molecular divergence and hybrid performance in rice. Molecular Breeding, 1: 133-142.

7: Keygene, N.Y., (1991). Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprinting. European Patent # EP534858 (24/9/91).

Cuadro 9.2: Algunas especies con semillas recalcitrantes

Especie	Nombre del cultivo	Especie	Nombre del cultivo
<i>Araucaria</i> spp.	Araucaria	<i>Mangifera</i> spp.	Mango
<i>Castanea</i> spp.	Castaña	<i>Manilkara achras</i>	Zapote
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	<i>Myristica fragrans</i>	Nuez moscada
<i>Cinnamomum ceylanicum</i>	Canela	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambután
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	<i>Persea</i> spp.	Aguacate
<i>Diospyros</i> spp.	Ebano	<i>Quercus</i> spp.	Roble
<i>Durio</i> spp.	Durión	<i>Spondias</i> spp.	Jocote
<i>Erythoxylum coca</i>	Coca	<i>Swietenia mahogoni</i>	Caoba
<i>Garcinia</i> spp.	Mangostán	<i>Syzygium aromaticum</i>	Clavo
<i>Hevea brasiliensis</i>	Caucho	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao
		<i>Thea sinensis</i>	Té

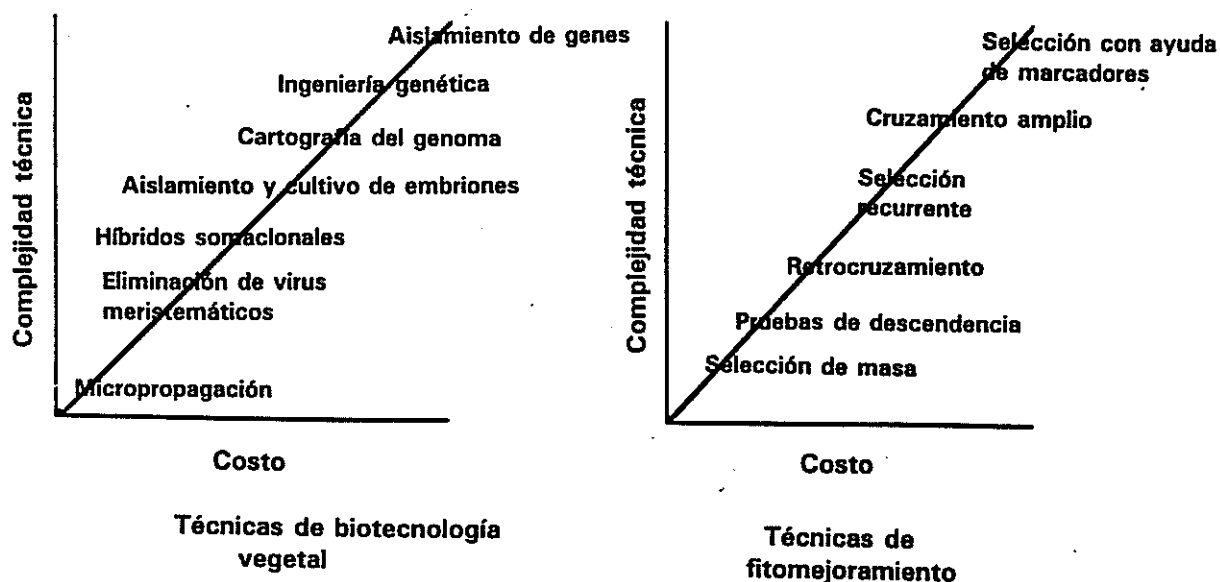
Fuente: Cromarty, A.S., Ellis, R.H. y Roberts, E.H. (1985). *The design of seed storage facilities for genetic conservation*, IBPGR Handbooks for Genebanks N° 1, Roma, 96 pp.

Cuadro 9.3: Tecnologías para la conservación ex situ de distintos tipos de RFAA

Tecnología de almacenamiento	Tipo de tejido	Función apropiada
Baja temperatura (-18°C) y un 3-7% de humedad ¹	Semillas ortodoxas	Conservación de larga duración (colección base); suministro de muestras para utilizar (colecciones activas)
Semillas desecadas refrigeradas	Semillas ortodoxas	Suministro de muestras para utilizar (colecciones activas y de trabajo); conservación a plazo medio
Semillas ultrasecas a temperatura ambiente	Semillas ortodoxas	Conservación a medio y largo plazo
Almacenamiento de semillas secas a temperatura ambiente	Algunas especies de semillas ortodoxas de larga duración	Suministro de muestras para utilizar (colecciones activas y de trabajo)
Cultivo de plantas enteras de bancos de germoplasma de campo	Especies de propagación vegetativa, de semillas recalcitrantes, de ciclo biológico largo y con producción limitada de semillas	Conservación a corto y medio plazo; suministro de muestras para utilizar (colecciones activas)
Crecimiento lento en cultivo <i>in vitro</i>	Especies de propagación vegetativa y algunas de semillas recalcitrantes	Conservación a plazo medio; suministro de muestras para utilizar (colecciones activas)
Crioconservación a -196°C en nitrógeno líquido	Semillas, polen, tejidos, células y embriones de especies capaces de regenerarse <i>in vitro</i> tras el secado y la congelación	Conservación a largo plazo

¹ El régimen exacto de almacenamiento puede variar en función de la especie, el medio ambiente y los costos, pero debe garantizar el mantenimiento de la viabilidad de las semillas por encima del 65 por ciento durante 10-20 años.

Figura 9.1: Costo relativo y complejidad técnica de algunas tecnologías de mejoramiento de los cultivos



Cuadro 9.4: Lista de algunas especies vegetales para las que hay en curso proyectos internacionales de cartografía del genoma

Alfalfa	Apio	Lenteja	Pimiento	Abeto
Almendro	Cereales	Lechuga	Pino	Calabaza
Manzano	Crisantemo	Lirio	Ciruelo	Caña de azúcar
Arabidopsis	Cítricos	Melón	Alamo	Girasol
Espárrago	Trébol	Avena	Papa	Tabaco
Cebada	Cacao	Cebolla	Arroz	Tomate
Frijol	Maíz	Papaya	Rosa	Aira de césped
Bayas	Algodón	Guisante	Centeno	Trigo
Brassica	Pepino	Melocotón	Boca de dragón	
Col	Cuphea	Maní	Sorgo	
Zanahoria	Gramíneas	Pera	Soja	

Fuente: USDA, 1995.

La información que figura a continuación procede de los informes de los países y del Sistema de información y alerta mundial (SIAM). Se completará una vez verificada o corregida por los países.

Leyenda

1. Participación en el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional: ○ (punto de contacto), ● (informe del país), ● (reunión subregional), ● (informe del país + reunión subregional).
2. Los países y territorios se enumeran de acuerdo con las subregiones utilizadas durante el proceso preparatorio de la Conferencia Técnica Internacional.
3. Sistema mundial de la FAO (CRFAA = Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura; CI = Compromiso Internacional): ○ (no disponible), ● (miembro de la CRFAA), ● (CI firmado), ● (CRFAA + CI).
4. Convenio sobre la Diversidad biológica: ○ (firmado), ● (ratificado).
5. Política de cuarentena: ○ (reglamentación nacional), ● (miembro de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria).
6. Derechos del obtentor (UPOV = Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales): ○ (distintos de la UPOV), ● (UPOV de 1978, antes de 1991), ● (UPOV de 1978, después de 1991), ● (UPOV de 1991).
7. Control de calidad de las semillas: ● (control de calidad de las semillas), ● (certificación de las semillas).
8. Programas nacionales: ○ (en fase de organización), ● (sin un programa nacional oficial, pero con un comité nacional u otro mecanismo en funcionamiento para coordinar las actividades nacionales relativas a los RFAA), ● (con un programa nacional oficial que comprende varias instituciones, de carácter sectorial, y un mecanismo para coordinar las actividades nacionales relativas a los RFAA), ● (con un programa nacional que comprende un instituto central encargado de coordinar las actividades nacionales relativas a los RFAA, además de realizar algunas otras actividades).
9. Conservación *ex situ* (LP = largo plazo; MP = medio plazo; CP = corto plazo): ○ (sin bancos de germoplasma), ● (almacenamiento CP/MP), ● (almacenamiento LP o MP/LP), ● (ordenación LP).
10. Situación del programa de mejoramiento de los cultivos: ○ (ningún programa), ● (básico), ● (organizado), ● (avanzado).
11. Redes subregionales: PEC (Programa europeo de cooperación sobre redes de recursos fitogenéticos), WANA (Red de recursos fitogenéticos de Asia occidental y África del Norte), SPG (Centro de Recursos Fitogenéticos de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral), SAS (Red de recursos fitogenéticos para Asia meridional), EAS (Red de recursos fitogenéticos para Asia oriental), REC (Cooperación regional sobre los recursos fitogenéticos en Asia sudoriental), RED (Red andina de recursos fitogenéticos), PRO (Red subregional de recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur), TRO (Red amazónica de recursos fitogenéticos), REM (Red mesoamericana de recursos fitogenéticos), CCM (Comité del Caribe para la Ordenación de los Recursos Fitogenéticos).
12. La información relativa al número de muestras que mantienen los países se ha obtenido de dos fuentes: los informes de los países y la base de datos del SIAM. Cuando existe información en ambas fuentes, se da el número mayor. Las diferencias entre las dos fuentes suelen deberse a la variación del número de instituciones incluidas en la lista del país.

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Divers. Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁵	Derechos del obtentor ⁶	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁸	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	Europa occidental										
●	Andorra										
●	Austria	●	●	●	●	●	●	●	●	ECP	7.891
●	Bélgica	●	●	○	●	●	●	●	●	ECP	9.750
●	Dinamarca	●	●	●	●	●	●	●	●	ECP	3.660
●	Finlandia	●	●	●	●	○	●	●	●	ECP	2.323
●	Francia	●	●	●	●	●	○	●	●	ECP	249.389
●	Alemania	●	●	●	●	●	○	●	●	ECP	200.000
●	Grecia	●	●	●	●	●	●	○	●	ECP	17.556
●	Islandia	●	●	●	○	●	●	●	●	ECP	
●	Irlanda	●	●	○	●	●		○	●	ECP	2.758
●	Italia	●	●	●	●	●		●	●	ECP	80.000
	Lichtenstein	○									
	Luxemburgo	○	●	●							
	Monaco	○	●								
●	Países Bajos	●	●	●	●	●	●	●	●	ECP	67.374
●	Noruega	●	●	●	●	○	●	●	●	ECP	1.133
●	Portugal	●	●	●	●	○	○	●	●	ECP	29.361
	San Marino	○	●								
●	España	●	●	●	●	●	●	●	●	ECP	78.174
●	Suecia	●	●	●	●	●	○	●	●	ECP	89.206
●	Swiza	●	●	●	○	●	○	●	●	ECP	17.000
●	Reino Unido	●	●	●	●	●	○	●	●	ECP	114.495
	Europa oriental										
○	Albania	○	●		○						20.000
○	Armenia	○	●					○	○		2.000
●	Belarús	○	●		○	○	○	○	○		4.000
	Bosnia y Herzegovina	○									31
○	Bulgaria	●	○	●	●		●	○	○	ECP	55.420
●	Croacia	○	○				○	○	○		15.336
●	República Checa	●	●	●	●	○	○	○	○	ECP	51.571
●	Estonia	○	●			○	○	○	○		3.000
	Georgia	○	●								
●	Hungría	●	●	●	●	○	●	●	●	ECP	75.170
●	Letonia	○	○			○	○	○	○		9.730
●	Lituania	○	○		○		○	○	○	ECP	12.821
	Ex República Yugoslava de	○									
●	Moldova	○	●		○		○	○	○		6.000
●	Polonia	○	○		○		○	○	○	ECP	91.802
●	Rumania	●	●		○	○	○	○	○	ECP	93.000
●	Rusia	○	●	●	○	○	○	○	○	ECP	333.000
●	Eslovaquia	○	●		○	○	●	○	○	ECP	14.547
○	Eslovenia	○	○								2.676
●	Ucrania	○	●		○	○	●	○	○		136.400
○	Yugoslavia	●	○	●				○	○	ECP	38.000

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Divers. Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁵	Derechos del obtentor ⁶	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁸	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	Mediterráneo meridional/oriental										
●	Argelia	●	●	●						WANA	985
●	Chipre	●	○	○		●		●	●	ECP, WANA	12.313
●	Egipto	●	●	●		●	○	●	●	WANA	8.914
●	Israel	●	●	●	●	●	●	●	●	ECP	56.123
●	Jordania	○	●	●	●	●	●	●	●	WANA	3.588
●	Líbano	●	●	●	●	●		●	●	WANA	
○	Libia	●		●				●	●	WANA	2.313
	Malta	○		●				○	○		
●	Marruecos	●	●	●		●	●	●	●	WANA	20.470
	Palestina	○									
●	Siria	●		○		●	●	●	●	WANA	8.750
●	Túnez	●	●	●		●	●	●	●	WANA	1.768
	Asia occidental										
	Afganistán	○	○			●					2.965
	Bahrein	○	○	●							
●	Irán, República Islámica del	●	○	●		●	●	●	●	WANA	40.000
●	Iraq	●		●		●	●	●	●	WANA	6.400
	Kuwait	○	○								
○	Omán	○	●	●				●	●	WANA	238
●	Pakistan	○	●	●		●	●	●	●	WANA	19.208
○	Qatar	○	○				●	○	○		
○	Arabia Saudita, Reino de	○				●	○	○	●		
●	Turquía	●	○	●		●	●	●	●	ECP, WANA	26.867
	Emir. Arabes Unidos	○	○								
●	Yemen	●	○	●		●	●	●	●	WANA	4.229
	Asia central										
●	Azerbaiyán	○	○	○			●	●	●		25.000
●	Kazakjstán	○	●	○			●	●	●		33.000
	República Kirguisa	○									
	Tayikistán	○									
●	Turkmenistán	○		○				●	●		4.832
●	Uzbekistán	○	●	○		●	●	●	●		50.000

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Divers. Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁵	Derechos del obtentor ⁶	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁸	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	Africa oriental										
●	Benin	●	●	○		●		●	●		2.453
●	Burkina Faso	●	●	●		●		●	●		850
○	Cabo Verde	●	●	●				●	●		
	Chad	●	●			●					69
○	Cote d'Ivoire	○	●	○		●	●	●	●		22.498
●	Gambia	○	●			●		●	●		
●	Ghana	●	●	●		●	●	●	●		2.987
○	Guinea-Bissau	●	●								
	Guinea	○	●	●				●	●		899
	Liberia	●	●	○		●					1.707
○	Mali	●	●	●		●					248
○	Mauritania	●	○			●					
●	Níger	●	●	●		●		●	●		
●	Nigeria	○	●	●		●	●	●	●		12.324
●	Senegal	●	●	●		●		●	●		12.000
●	Sierra Leona	●	●	●		●		●	●		1.848
●	Togo	●	●	●		●	●	●	●		4.000
	Africa central										
●	Camerún	●	●	○		●	●	●	●		2.329
●	República Centroafricana	●	●					●	○		
●	Congo	●	○	○			●	●	●		1.755
●	Guinea Ecuatorial	●	●	●				○	○		
●	Gabón	●	○	○			●	●	○		91
	Santo Tomé y Príncipe	○	○								
●	Zaire	○	●	○		●	●	●	●		18.830
	Africa austral										
●	Angola	●	○				○	●	●	SPG	599
●	Botswana	○	●	○		●	●	●	●	SPG	3.390
●	Lesotho	○	●			●	●	○	○	SPG	
●	Malawi	●	●	●		●	●	●	●	SPG	11.421
●	Mozambique	○	●	○		●	●	●	●	SPG	1.872
●	Namibia	○	○			●	○	●	●	SPG	1.800
●	Sudáfrica	●	●	●	○		○	●	●	SPG	48.918
●	Swazilandia	○	●	○		●	●	●	●	SPG	
●	Tanzania	●	○	○		●	●	●	●	SPG	2.510
●	Zambia	●	●	●		○	○	●	●	SPG	5.901
●	Zimbabwe	●	●	○	○	●	○	●	●	SPG	45.698

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Divers. Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁶	Derechos del obtentor ⁸	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁹	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	África oriental										
●	Burundi	○	○			○					
	Djibouti	○	●								
●	Eritrea	○					○	○	○		1.087
●	Etiopía	●	●	●		○	●	●	○		54.000
●	Kenya	●	●	●	○	○	○	●	●		50.037
○	Rwanda	●	○			○	○	○	○		6.168
	Somalia	○									94
●	Sudán	●	●	●			○	○	○		5.178
●	Uganda	○	●	○		○	○	○	○		11.483
	Islas del Océano Índico										
	Comoras	○	●								
●	Madagascar	●	○	○		○		○	○		15.000
●	Mauricio	●	●	●		○		○	○	SPG	3.310
●	Seychelles	○	●	○				○	○		369
	Asia meridional										
●	Bangladesh	●	●	●		○		○	○	SAS	45.309
	Bhután	○	●	●						SAS	40
●	India	●	●	●		○	●	●	●	SAS	342.108
●	Maldivas	○	●					○	○	SAS	
●	Nepal	●	●	○				○	○	SAS	8.383
●	Sri Lanka	●	●	●		○		○	○	SAS	11.781
	Asia sudoriental										
	Brunei	○				○				REC	
●	Camboya	○	●	●						REC	2.155
●	Indonesia	○	●	●		○	○	○	○	REC	26.828
	Laos	○		●		○				REC	
●	Malasia	○	●	●		○	○	○	○	REC	38.255
●	Myanmar	○	●	○				○	○	REC	8.000
●	Filipinas	●	●	●		○	○	●	●	REC	59.399
	Singapur	○								REC	
●	Tailandia	○	○	●		○	●	○	○	REC	32.404
●	Viet Nam	○	●	○		○	●	○	○	REC	21.493
	Asia oriental										
●	China	○	●	○		○	●	●	●	EAS	350.000
●	Japón	○	●	●	○	○	○	●	●	EAS	202.581
●	Corea, República Pop. Dem. de	●	●	○		○	●	○	○	EAS	100.000
●	Corea, República de	●	●	●	○	○	●	●	●	EAS	120.000
●	Mongolia	○	●	○			○	○	○	EAS	24.000

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Diversa.Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁵	Derechos del obtentor ⁶	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁸	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	Región del Pacífico										
○	Australia	●	●	●	○	○					94.768
○	Islas Cook	○	●	○				○	○		91
○	Fiji	○	●								943
	Kiribati	○	●								14
	Islas Marshal	○	●			○					
	Micronesia	○	●			○					
	Nauru	○	●								
○	Nueva Zelandia	●	●	●	●	○					28.914
○	Niue	○		○				○	○		94
	Palau	○									
●	Papua Nueva Guinea	○	●	●		○		○	○		5.656
●	Samoa	●	●					○	○		138
●	Islas Salomón	○	●	●				○	○		1.130
●	Tonga	○		○				○	○		8
	Tuvalu	○	○								40
	Vanuatu	○	●								664
	América del Sur										
●	Argentina	●	●	●	○	○		●	●	RED, PRO	30.000
●	Bolivia	●	●	●	○	○		○	○	TRO, RED, PRO	11.069
●	Brasil	○	●	●		○	○	●	●	TRO, PRO	194.000
●	Chile	●	●	●	○	○		●	●	RED, PRO	36.000
●	Colombia	●	●	●	○	○		○	○	TRO, RED	85.000
●	Ecuador	●	●	●	○	○		○	○	TRO, RED	35.780
●	Paraguay	○	●	●	○	○		○	○	PRO	1.571
●	Perú	●	●	●	○	○		○	○	TRO, RED	44.833
●	Uruguay	○	●	●	○	○	○	○	○	PRO	1.256
●	Venezuela	○	●	●	○	○		●	●	TRO, RED	15.356
	América Central y México										
●	Costa Rica	●	●	●		○	○	○	○	REM	5.057
●	El Salvador	●	●	●		○		○	○	REM	1.547
●	Guatemala	○	●	●		○		○	○	REM	2.796
●	Honduras	●	●	○		○	○	○	○	REM	4.457
●	México	●	●	●		○		○	○	REM	103.305
●	Nicaragua	●	○	●		○		○	○	REM	2.976
●	Panamá	●	●	●		○		○	○	REM	1.538

Proceso preparatorio ¹	País ²	Sistema mundial de la FAO ³	Conv. sobre la Divers. Biológica ⁴	Legislación			Capacidad nacional			Red subregional ¹¹	Muestras de bancos de germoplasma ¹²
				Cuarentena ⁵	Derechos del obtentor ⁶	Control de calidad de las semillas ⁷	Programas nacionales ⁸	Conservación ex-situ ⁹	Mejora de cultivos ¹⁰		
	Caribe										
●	Antigua y Barbuda	○	●	○		○		○	○	CCM	
●	Bahamas	●	●	○				○	○	CCM	
●	Barbados	●	●	●				●	●	CCM	2.868
	Belice	●	●	●						CCM	80
●	Cuba	●	●	●		○	○	●	●		18.668
●	Dominica	●	●	○				○	○	CCM	
●	Repúb. Dominicana	●	○	●		○		○	○		2.024
●	Granada	●	●	●				○	○	CCM	
○	Guyana	○	●	●		○		○	○	TRO	
●	Haití	●	○	●		○		○	○		
●	Jamaica	●	●	●		○		○	○	CCM	795
	Puerto Rico	○									4.000
●	Saint Kitts y Nevis	○	●	●				○	○	CCM	
●	Santa Lucía	○	●	○				○	○	CCM	58
	San Vicente y las Granadinas	○		○				○	○	CCM	
●	Suriname	○	○	●		○		○	○	TRO	
●	Trinidad y Tabago	●	○	●		○		○	○	CCM	2.315
	América del Norte										
●	Canadá	○	●	●	●	○	○	●	●		212.061
●	Estados Unidos de América	○		●	●	○	●	●	●		550.000

Cultivo		Muestra totales de todo el mundo	Instalac. de almacenam.(%)				Tipo de muestra (%)			
Grupo	Género		LP	MP	CP	Otras	ES	VL/CD	CA/LM	Otras**
Cereales										
Trigo	<i>Triticum</i>	774 500	11	49	4	36	2	18	20	61
Cebada	<i>Hordeum</i>	485 000	8	44	2	46	1	9	10	84
Arroz	<i>Oryza</i>	408 500	14	21	10	54	1	22	7	71
Maíz	<i>Zea</i>	277 000	10	39	11	34	0	16	10	67
Avena	<i>Avena</i>	222 500	19	24	7	36	4	1	5	76
Sorgo	<i>Sorghum</i>	168 500	25	35	17	27	0	18	21	60
Mijo	Millet	90 500	22	64	10	10	2	33	5	63
Trigo	<i>Triticale</i>	40 000	0	56	0	15	0	0	54	46
Centeno	<i>Secale</i>	27 000	12	36	4	47	0	1	8	90
Trigo	<i>Aegilops</i>	20 500	5	48	0	47	53	0	0	47
<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium</i>	2 500	0	0	95	5	0	0	0	100
Leguminosas de consumo humano										
Frijol	<i>Phaseolus</i>	268 500	6	21	5	68	1	6	17	91
Soja	<i>Glycine</i>	174 500	24	25	8	43	1	2	7	92
Caupí	<i>Vigna</i>	85 500	31	34	1	33	1	3	0	97
Maní	<i>Arachis</i>	81 000	16	20	14	53	1	15	11	72
Guisante	<i>Pisum</i>	75 500	10	23	2	66	0	9	7	84
Garbazo	<i>Cicer</i>	67 000	5	66	2	32	1	39	7	52
Haba	<i>Vicia</i>	29 500	6	44	3	47	0	31	10	59
Altramuz	<i>Lupinus</i>	28 500	4	34	5	58	16	12	10	63
Lenteja	<i>Lens</i>	25 000	1	55	0	44	3	38	6	53
Guandú	<i>Cajanus</i>	25 000	10	56	0	44	2	50	7	38
Dólco de Goa	<i>Psophocarpus</i>	5 000	0	0	21	79	0	21	0	79
Bambarra	<i>Voandzeia</i>	3 500	59	0	0	41	0	100	0	0
Raíces										
Batata	<i>Ipomoea</i>	32 000	0	0	0	100	0	0	0	100
Papa	<i>Solanum</i>	31 000	0	20	11	69	5	12	19	63
Yuca	<i>Manihot</i>	28 000	0	8	0	92	1	0	24	74
Ñame	<i>Dioscorea</i>	11 500	0	64	0	36	0	60	4	36
Hortalizas										
Brassica	<i>Brassica</i>	109 000	10	12	13	65	0	15	11	74
Tomate	<i>Lycopersicon</i>	78 000	19	18	9	12	0	1	24	34
Capsicum	<i>Capsicum</i>	53 500	4	31	17	48	0	6	15	79
Cebolla/ajo	<i>Allium</i>	25 500	8	25	10	57	0	15	6	79
Cucurbita	<i>Cucurbits</i>	17 500	7	43	0	50	0	18	0	82
Gombo	<i>Abelmoschus</i>	6 500	0	48	0	52	0	26	0	74
Zanahoria	<i>Daucus</i>	6 000	24	29	0	47	8	0	16	76
Rábano	<i>Raphanus</i>	5 500	0	22	0	78	0	22	0	78
Frutas										
Manzana	<i>Malus</i>	97 500	0	1	0	99	0	5	49	46
<i>Prunus</i>	<i>Prunus</i>	64 500	0	0	0	100	2	2	27	68
Uva	<i>Vitis</i>	47 000	5	0	0	95	0	7	20	72
Melón	<i>Cucumis</i>	13 500	18	68	0	14	0	4	8	87
Fresa	<i>Fragaria</i>	13 500	0	0	0	100	12	0	17	71
<i>Ribes</i>	<i>Ribes</i>	13 000	0	0	0	100	1	1	3	96
Rosa	<i>Rosa</i>	10 000	0	2	0	98	0	8	7	84
Citrus	<i>Citrus</i>	6 000	0	0	0	100	0	0	0	100
Anacardo	<i>Anacardium</i>	5 500	0	0	0	100	23	0	0	77
Melón	<i>Citrullus</i>	4 500	0	89	0	11	0	0	0	100
Corozo	<i>Bactris</i>	3 000	0	0	0	100	0	0	0	100
Avellana	<i>Corylus</i>	2 500	0	0	0	100	0	0	0	100
<i>Sorbus</i>	<i>Sorbus</i>	2 000	0	0	0	100	3	1	31	66
Pera	<i>Pyrus</i>	1 000	0	0	0	100	0	0	100	0

Cultivo		Muestra totales de todo el mundo	Instalac. de almacenam.(%)				Tipo de muestra (%)			
Grupo	Género		LP	MP	CP	Otras	ES	VL/CD	CA/LM	Otras**
Aceite										
Girasol	Helianthus	29 500	0	1	24	75	3	4	54	39
Palma	Elaeis	21 500	0	0	0	100	0	0	0	100
Sésamo	Sesamum	18 000	19	17	7	56	0	0	0	100
Cártamo	Carthamus	8 500	0	37	0	63	0	0	0	100
Ricino	Ricinus	3 000	0	0	0	100	0	0	0	100
Otros aceites	Aceite	16 000	0	0	0	100	0	0	0	100
Azúcar										
Remolacha	Beta	24 000	1	48	0	51	23	6	23	49
Caña de azúcar	Saccharum	19 000	0	0	0	100	0	0	10	90
Forraje (leguminosas)										
Trébol	Trifolium	64 000	2	43	0	55	14	0	0	86
Medicago	Medicago	33 000	7	29	0	64	31	0	0	69
Vicia	Vicia	26 500	7	31	0	50	27	5	0	56
Almorta	Lathyrus	13 500	0	87	0	0	62	1	0	25
Loto	Lotus	3 500	0	50	0	50	0	0	0	100
Leguminosas	otros	31 000	0	32	0	68	92	0	1	8
Forrajes gramíneas										
Gramínea	Dactylis	27 000	0	51	0	49	3	41	1	55
Cañuela	Festuca	24 000	0	29	0	71	5	18	1	76
Gramínea	Lolium	24 000	0	37	0	63	0	11	2	87
Gramínea	Panicum	21 000	1	6	5	89	0	3	0	97
Fleo	Phleum	9 000	0	55	0	45	0	53	2	45
Gramínea	Poa	8 000	0	29	0	71	0	28	1	71
Gramínea	Bromus	4 500	0	52	0	48	0	0	0	100
Gramínea	Elymus	2 500	0	0	0	100	0	0	0	100
Gramínea	Cenchrus	2 000	52	0	0	48	52	0	0	48
Gramínea	Andropogon	1 500	0	0	0	100	0	0	0	100
Gramínea	otros	18 000	0	33	0	67	63	0	1	36
Fibra										
Algodón	Gossypium	49 000	6	0	0	93	1	7	9	82
Lino	Linum	25 000	0	34	18	49	0	2	6	92
Yute	Corchorus	2 500	62	0	0	38	0	50	9	41
Bebidas										
Café	Coffea	21 000	0	0	0	100	29	0	22	49
Cacao	Theobroma	9 500	0	0	0	100	2	0	22	98
Medicinales										
Opio	Papaver	7 000	0	47	0	53	0	0	0	100
Diversos										
Arabidopsis	Arabidopsis	27 000	30	0	0	70	3	0	27	70

Fuente principal: Base de datos del SIAM. (Se han introducido algunas modificaciones de acuerdo con los exámenes de los bancos de germoplasma del GCIAI-SGRP y los informes de germoplasma nacionales).

* mixtas (LP+MP+LP) + almacenamiento de campo + crioconservación + in vitro + desconocido

**mixtas + desconocidas

LP: Largo plazo, MP: Medio plazo, CP: Corto plazo.ES: Especies silvestres, VL/CG: Variedades o cultivares en desuso.

CA/LM: Cultivares avanzados y/o líneas de mejoramiento.