



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

Продовольственная и
сельскохозяйственная
организация
Объединенных
Наций

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación

Tema 2.1 del programa provisional

COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

13.^a reunión ordinaria

Roma, 18-22 de julio de 2011

SITUACIÓN Y TENDENCIAS DE LAS BIOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA CONSERVACIÓN Y LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA Y CUESTIONES PERTINENTES PARA SU DESARROLLO FUTURO

Resumen

La finalidad de este documento es presentar una visión general de la situación actual de las aplicaciones de la biotecnología aplicadas a la caracterización, conservación y utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, así como las ventajas comparativas que las biotecnologías pueden ofrecer respecto de las tecnologías convencionales. En el documento se proporciona asimismo información actualizada sobre los adelantos conseguidos en los campos que la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (la Comisión), en su décima reunión ordinaria, determinó como los más apropiados para realizar nuevos trabajos. Este documento se ha revisado tras las observaciones recibidas de los grupos de trabajo técnicos intergubernamentales y en él se busca el asesoramiento de la Comisión en relación con las actividades futuras sobre las biotecnologías y la conservación y utilización de recursos genéticos.

Para minimizar los efectos de los métodos de trabajo de la FAO en el medio ambiente y contribuir a la neutralidad respecto del clima, se ha publicado un número limitado de ejemplares de este documento. Se ruega a los delegados y observadores que lleven a las reuniones sus copias y que no soliciten otras. La mayor parte de los documentos de reunión de la FAO está disponible en Internet, en el sitio www.fao.org

ÍNDICE

	<i>Párrafo</i>
I. Introducción	1 - 5
II. Antecedentes	6 - 13
III. La situación actual de las biotecnologías aplicadas a la conservación y utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura	14 - 52
IV. Cuestiones pertinentes para el desarrollo futuro de las biotecnologías	53 - 73
V. Orientación solicitada	74 - 76

SITUACIÓN Y TENDENCIAS DE LAS BIOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA CONSERVACIÓN Y LA UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA Y CUESTIONES PERTINENTES PARA SU DESARROLLO FUTURO

I. INTRODUCCIÓN

1. En su 12.^a reunión ordinaria, la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (en adelante, la Comisión) examinó el documento titulado *Asistencia técnica y para las políticas que presta la FAO en el ámbito de la biotecnología para la alimentación y la agricultura y sobre cuestiones relacionadas con códigos de conducta, directrices u otros enfoques*¹.
2. La Comisión, observó la tendencia a una mayor utilización de instrumentos biotecnológicos en la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA) en los últimos 15 años, y subrayó la función desempeñada por la FAO en la prestación de asesoramiento, asistencia técnica, creación de capacidad e información a los países en desarrollo en el examen de la aplicación e integración de las biotecnologías pertinentes, así como en proporcionar un foro neutral para sus miembros².
3. La Comisión pidió a la FAO que preparara un documento sobre el ámbito de los trabajos en que se describiera la variedad de las biotecnologías que se aplicaban para la conservación y utilización de los RGAA, el estado actual de aplicación de estas tecnologías y las cuestiones relativas a su desarrollo futuro, incluida la evolución de las políticas pertinentes en otros foros internacionales, para su examen en su siguiente reunión ordinaria³. Según se indicaba en el Plan estratégico 2010-2017 para la aplicación del Programa de trabajo plurianual, la Comisión pidió que sus grupos de trabajo examinaran el documento sobre el ámbito de los trabajos⁴.
4. Los grupos de trabajo sobre recursos zoogenéticos, recursos genéticos forestales y fitogenéticos examinaron el documento y formularon algunas sugerencias y recomendaciones que se encuentran disponibles en los informes respectivos de sus reuniones⁵. El documento se ha revisado sobre la base de dicho examen.
5. En el presente documento se proporciona una visión general de las biotecnologías pertinentes para la conservación y la utilización de los RGAA, así como información actualizada sobre los progresos alcanzados en los campos que la Comisión, en su 10.^a reunión ordinaria, determinó como los más apropiados para realizar nuevos trabajos y que serán examinados por sus grupos de trabajo. En el documento también se pide el asesoramiento de la Comisión con respecto a las actividades futuras relativas a las biotecnologías en el contexto del producto principal del plan de trabajo plurianual “Estudiar los medios y maneras de considerar la aplicación e integración de biotecnologías en la conservación y la utilización de los recursos genéticos”⁶. El documento titulado *Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture*⁷ complementa la información técnica sectorial facilitada en este documento.

¹ CGRFA-12/09/17; CGRFA-12/09/Report, párr. 70.

² CGRFA-12/09/Report, párr. 71.

³ CGRFA-12/09/Report, párr. 72.

⁴ CGRFA-12/09/Report, Apéndice G, p. 31.

⁵ CGRFA-13/11/8; CGRFA-13/11/12; CGRFA-13/11/14.

⁶ CGRFA-13/11/20.

⁷ Documento de estudio de antecedentes n.º 52, “Biotecnologías para la gestión de los recursos genéticos para la agricultura y la alimentación”.

II. ANTECEDENTES

Políticas y actividades técnicas de la fao relacionadas con la biotecnología

6. La FAO cumple una función decisiva al ayudar a sus Estados Miembros a aprovechar el potencial científico y tecnológico para mejorar la agricultura⁸ y el acceso de las personas a los alimentos, haciendo que se aborden adecuadamente las consecuencias y los riesgos que ello entraña. La FAO actúa como catalizador multilateral a través de su asistencia normativa y técnica en el ámbito de la biotecnología para la alimentación y la agricultura proporcionando los elementos siguientes:

- asesoramiento a los Estados Miembros en sectores como la elaboración de estrategias de biotecnología y marcos de seguridad biológica nacionales;
- asistencia técnica para el fomento de la capacidad de los Estados Miembros;
- información de alta calidad, actualizada, equilibrada y con base científica;
- un foro para facilitar que los países elaboren normas y acuerdos internacionales⁹ y acojan importantes conferencias, reuniones técnicas y consultas de expertos¹⁰.

7. En 2010, la FAO organizó una *Conferencia Técnica Internacional sobre Biotecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo* (ABDC-10) en Guadalajara (México). Uno de los principales objetivos de la Conferencia era hacer balance de la aplicación de las biotecnologías en los diferentes sectores alimentarios y agrícolas de los países en desarrollo con objeto de aprender del pasado e identificar las opciones para el futuro a fin de hacer frente a los retos de la inseguridad alimentaria, el cambio climático y la degradación de los recursos naturales. Se hace referencia a la documentación completa, al informe¹¹ y a las actas¹² de la Conferencia.

La biotecnología y la Comisión

8. Además de los temas específicos del sector, la Comisión se ocupa de cuestiones intersectoriales como las biotecnologías en relación con los RGAA. En 1989, en su tercera reunión ordinaria, la Comisión pidió a la FAO que preparase un proyecto de Código de conducta para la biotecnología en cuanto que afecta a la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos¹³, y esta petición fue ratificada por el Consejo de la FAO en 1991. En su cuarta reunión ordinaria, la Comisión examinó el documento titulado *Biotecnología y recursos fitogenéticos y elementos de un Código de conducta para la biotecnología*¹⁴ y acordó los objetivos del Código¹⁵.

⁸ En este documento, el término “agricultura” comprende los cultivos, la ganadería, la pesca y acuicultura y la silvicultura.

⁹ En este punto cabe mencionar particularmente a la Comisión del Codex Alimentarius, la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y el Código de Conducta de la FAO para la Pesca Responsable.

¹⁰ CGRFA-12/09/17.

¹¹ CGRFA-13/11/Inf.8.

¹² Biotecnologías para el desarrollo agrícola: Actas de la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre las Biotecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo: Opciones y oportunidades en la agricultura, la silvicultura, la ganadería, la pesca y la agroindustria para hacer frente a los desafíos de la inseguridad alimentaria y el cambio climático (ABDC-10).

¹³ CPGR/89/REP, párr. 54.

¹⁴ CPGR/91/12.

¹⁵ CPGR/91/REP, párrs. 93 y 96.

9. La Comisión, en su quinta reunión ordinaria, analizó un proyecto preliminar del Código de conducta¹⁶, elaborado en consulta con una gran variedad de partes interesadas pertinentes. La Comisión propuso que la FAO desarrollase más a fondo los artículos del 5 al 10 del Código, en los que se trataba el aprovechamiento al máximo de los efectos positivos de la biotecnología y la reducción al mínimo de los efectos negativos de esta, y recomendó que, a fin de evitar la duplicación y la falta de coherencia, el componente de “bioseguridad y otros problemas relativos al medio ambiente” del Código se convirtiera en una aportación al protocolo sobre seguridad de la biotecnología que estaba elaborando el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)¹⁷.

10. En su sexta reunión ordinaria, la Comisión recibió un informe sobre *Novedades internacionales recientes de interés para el proyecto de Código de conducta sobre la biotecnología*¹⁸ y acordó aplazar toda elaboración ulterior del proyecto de Código hasta que se hubieran concluido las negociaciones en curso para la revisión del Tratado Internacional¹⁹.

11. Posteriormente a la ampliación de su mandato en 1995, la Comisión, en su novena reunión ordinaria, examinó el documento titulado *Situación del proyecto de Código de conducta sobre la biotecnología en relación con los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura: informe de las encuestas entre los Miembros de la FAO y las partes interesadas*²⁰. Aunque la Comisión estaba de acuerdo en que había que concentrarse en las biotecnologías relativas a los RGAA, se mostraron discrepancias acerca de si la mejor forma de abordar los retos y oportunidades era mediante la revisión y actualización del proyecto de Código o mediante un sistema escalonado, con el examen de otras opciones²¹. En ese sentido, se solicitó la elaboración de un estudio con el fin de determinar qué se hacía en otros foros y qué quedaba por hacer respecto de las cuestiones planteadas en el documento, y qué cuestiones eran pertinentes para la FAO y, en particular, para su Comisión²².

12. En su décima reunión ordinaria, la Comisión analizó el documento titulado *Situación del proyecto de Código de conducta sobre la biotecnología en relación con los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura: problemas de política, lagunas y duplicaciones*²³ e identificó los campos siguientes, entre los enumerados en el documento, como los más apropiados para realizar nuevos trabajos:

- Conservación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura en los centros de origen y en las colecciones *ex situ*;
- Biotecnologías apropiadas que se aplican a los RGAA;
- Problemas de acceso y distribución de beneficios relacionados con las biotecnologías que se aplican a los RGAA;
- Creación de capacidad nacional y cooperación internacional;
- Seguridad biológica y preocupaciones ambientales;
- Tecnologías de restricción de usos genéticos (TRUG);
- Flujo génico procedente de los OMG y la cuestión de la responsabilidad;

¹⁶ CPGR/93/9.

¹⁷ CPGR/93/REP, párrs. 67 y 68.

¹⁸ CPGR-6/95/15.

¹⁹ CPGR-6/95/REP, párr. 35.

²⁰ CGRFA-9/02/18.

²¹ CGRFA-9/02/REP, párr. 64.

²² CGRFA-9/02/REP, párr. 65.

²³ CGRFA-10/04/13.

- Incentivos para promover biotecnologías apropiadas²⁴.

13. La Comisión se refirió a este documento en su 11.^a reunión ordinaria y decidió que los campos identificados se tuvieran en consideración al elaborar el Plan de trabajo plurianual²⁵. En su última reunión, la Comisión acordó estudiar en su 13.^a reunión ordinaria, como una de los aspectos intersectoriales de su Plan de trabajo plurianual, los medios y el modo de examinar la aplicación e integración de las biotecnologías en la conservación y utilización de los recursos genéticos.

III. LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS BIOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

14. Las aplicaciones de la biotecnología pueden ofrecer ventajas comparativas respecto de otras tecnologías tradicionales, o aumentar la efectividad de las mismas, en cuanto a la caracterización, conservación y utilización de los RGAA. De hecho, tanto el *Plan mundial de acción para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* como el *Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos* reconocen una función directa o indirecta de las biotecnologías agrícolas en algunas de sus esferas prioritarias.

15. En esta sección se presenta una breve visión general del estado actual de las aplicaciones de la biotecnología pertinentes para la caracterización, conservación y utilización de los RGAA. En este documento, se utiliza la siguiente definición de biotecnología: “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”²⁶.

16. Las cuestiones como los riesgos para la salud o el medio ambiente de los productos biotecnológicos no entran en el ámbito de este documento. Tampoco se analizará en detalle la cría convencional. No obstante, debe reconocerse que esta ha proporcionado enormes beneficios para los sectores del cultivo y la ganadería en el pasado y continuará haciéndolo en el futuro. Por otro lado, en el caso de muchas especies acuáticas no se ha logrado hasta el momento su reproducción controlada y su domesticación. En general, estas no se han mejorado genéticamente en la misma medida que las especies de cultivos y de ganado y, por tanto, pueden beneficiarse de forma importante de las posibilidades que ofrece la cría selectiva. Lo mismo ocurre con el sector forestal, que se ocupa de organismos de larga duración, caracterizados por una gran diversidad en y entre las poblaciones, cuya plasticidad fenotípica resulta esencial respecto a su capacidad de responder y adaptarse a las condiciones ambientales futuras, en particular en lo tocante al cambio climático.

CARACTERIZACIÓN DE LOS RGAA

17. La caracterización constituye un requisito previo para determinar los recursos genéticos que deben conservarse y establecer prioridades al respecto. Asimismo, es fundamental para optimizar una asignación adecuada cuando los recursos son limitados. La caracterización también guarda relación con la conservación y la utilización al permitir la identificación de características únicas y valiosas de los recursos genéticos conservados, tanto *in situ* como *ex situ*, para su incorporación a programas de mejoramiento.

18. Los recursos genéticos pueden caracterizarse con respecto a fenotipos, características morfológicas, diversidad genética, tamaño y estructura de las poblaciones, distribución

²⁴ CGRFA-10/04/REP, párr. 80.

²⁵ CGRFA-10/04/REP, párr. 82.

²⁶ <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.

geográfica, grado de peligro, etc. Entre las aplicaciones de la biotecnología relativa a la caracterización figuran los marcadores moleculares y las denominadas tecnologías “ómicas”²⁷.

Marcadores moleculares

19. Los marcadores moleculares son secuencias de ADN identificables y heredables que se encuentran en lugares concretos dentro del genoma y pueden utilizarse para detectar un polimorfismo del ADN. Los primeros marcadores utilizados de forma generalizada fueron las isozimas²⁸, que siguen aplicándose, por ejemplo, para caracterizar los árboles forestales. No obstante, las isozimas presentan niveles bajos de polimorfismo, una abundancia relativamente baja y, en muchos casos, se han sustituido por técnicas más sensibles.

20. Pueden utilizarse diferentes tipos de sistemas de marcadores moleculares, tales como polimorfismos de la longitud de los fragmentos de restricción (PLFR), ADN polimórfico amplificado al azar, polimorfismos de la longitud de los fragmentos amplificados (AFLP), polimorfismos de un solo nucleótido y microsatélites. No se ven afectados por las condiciones ambientales y sólo requieren pequeñas cantidades de material biológico que puede transportarse y almacenarse de forma sencilla. Asimismo, pueden utilizarse en cualquier etapa de crecimiento, lo que resulta especialmente ventajoso en el caso de especies de larga vida como los árboles forestales.

21. Los marcadores moleculares pueden emplearse para caracterizar los RGAA de varias formas distintas, a saber:

- la evaluación de la diversidad genética intraespecífica (por ejemplo, en la pesca de captura para determinar unidades entre las que se produce un escaso flujo de genes y, por consiguiente, podría ser necesario tratarlas como poblaciones diferentes);
- la evaluación de las distancias genéticas para determinar las poblaciones silvestres más afines a especies domesticadas, así como para estudiar los centros de origen putativos (por ejemplo, el teosinte como progenitor del maíz);
- la detección de la variación interespecífica cuando las especies son difíciles de identificar morfológicamente (de especial importancia para los sectores forestal y pesquero);
- la estimación del tamaño efectivo de una población (N_e), que constituye un indicador fundamental para determinar el grado de peligro de una población, sobre todo cuando es difícil obtener información como datos genealógicos, censos, etc. (por ejemplo, en el caso de poblaciones silvestres);
- la investigación del flujo de genes entre poblaciones domesticadas y sus parientes silvestres;
- la identificación de loci de rasgos cuantitativos (LRC)²⁹.

22. Además, los marcadores moleculares son de suma utilidad para elaborar estrategias de muestreo para los bancos de genes (por ejemplo, determinar si la mayor diversidad que se encuentra dentro de las poblaciones o entre ellas puede afectar a la elección de individuos para la colección). Los marcadores también ayudan a administrar eficazmente las operaciones de los bancos de genes mediante:

- la identificación de huecos (poblaciones ausentes o insuficientemente representadas) y repeticiones (muestras duplicadas en contraposición a las duplicaciones de seguridad) en las colecciones para orientar las adquisiciones futuras e incrementar la eficacia en función del costo. Actualmente, se estima que menos del 30 % de los 7,4 millones de muestras de

²⁷ “Ómica” es un término general relativo a una disciplina amplia de la ciencia e ingeniería para analizar las interacciones de objetos de información biológica en varios omas, como el genoma, proteoma, etc.

²⁸ Una isozima es una variante genética de una enzima. Las isozimas de una determinada enzima comparten la misma función, pero pueden diferir en el nivel de actividad, debido a pequeñas diferencias en su secuencia de aminoácidos.

²⁹ Un locus de rasgos cuantitativos es un lugar en el que la variación alélica está relacionada con una variación en un rasgo cuantitativo, como por ejemplo el rendimiento, la tolerancia a las tensiones abióticas, etc.

germoplasma vegetal depositados en bancos de genes son diferentes. Se ha calculado que el costo adicional que supone identificar una duplicación utilizando la caracterización molecular (una vez que se hayan comprobado los datos de pasaporte) resulta unas 12 veces menor que el costo que conlleva conservar y distribuir el material como una muestra diferente;

- la evaluación de la integridad genética después de la regeneración y multiplicación periódicas. Los marcadores pueden utilizarse para verificar la identidad de las muestras, detectar mezclas de semillas inadvertidas y controlar los cambios en los alelos o frecuencias alélicas;
- la creación de colecciones básicas, es decir, subconjuntos que consisten en una pequeña proporción de la colección completa, pero que representan un amplio espectro de variabilidad genética.

23. Los sistemas de marcadores moleculares difieren con respecto a los requisitos técnicos, la cantidad de tiempo, el dinero y la mano de obra necesarios, el nivel de polimorfismo detectado y el número de marcadores genéticos que pueden detectarse en el genoma. Independientemente del tipo de marcador molecular empleado, se necesita infraestructura técnica y conocimientos técnicos, así como unos consumibles relativamente costosos, aunque la multiplexación para marcadores basados en la reacción en cadena de la polimerasa (RCP) puede mejorar notablemente la velocidad y eficiencia del genotipado y permitir así reducir los costos y mano de obra. En la identificación de LRC, otro desafío es la sofisticación técnica relacionada con la creación de poblaciones de mapeo, el registro de fenotipos significativos y la compilación de mapas genéticos. Sin embargo, dado que los costos de elaboración de marcadores son más elevados que los costos de funcionamiento (esto es, la tipificación utilizando marcadores conocidos), la investigación y el desarrollo, incluso en los países en desarrollo, podrían beneficiarse del elevado número de marcadores ya disponibles para muchas especies.

24. La información sobre los marcadores moleculares debería utilizarse conjuntamente con otras fuentes de información, como por ejemplo los rasgos fenotípicos y los datos sobre las poblaciones, con objeto de ayudar a tomar decisiones en cuanto a la conservación, sobre todo dado que los marcadores moleculares no suelen ser útiles para revelar una variación adaptativa.

Tecnologías “ómicas”

25. La genómica trata del estudio del genoma de un organismo a nivel del ADN. Hasta la fecha, se han determinado las secuencias del genoma de más de 1 000 organismos, incluidos plantas, animales, peces³⁰, árboles forestales, microorganismos e invertebrados. Los resultados de la secuenciación genómica pueden seguir mejorándose a través de la aclaración de modelos de expresión génica y función génica mediante tecnologías genómicas funcionales tales como la transcriptómica, la proteómica y la metabolómica, proporcionando así un extenso inventario genético. Esta información, analizada conjuntamente con la bioinformática, puede aprovecharse para caracterizar y utilizar los RGAA de manera novedosa, ya que las redes completas de genes (en contraposición a los genes aislados) pueden analizarse de forma espacial o temporal y mucho más rápido en comparación con las tecnologías convencionales.

26. La información genómica ha acelerado sumamente la generación de marcadores moleculares a lo largo del genoma y ha ayudado a crear mapas de ligamiento de alta densidad³¹, además de identificar marcadores dentro de genes controlando las características de interés y permitiendo estrategias de selección más efectivas. Los avances obtenidos en la genómica microbiana han ayudado a clarificar las interacciones entre plantas y microbios, los simbioses de micorrizas en los árboles forestales y los procesos microbianos del rumen en el ganado.

27. Las áreas especializadas de la genómica están incorporando información procedente de diversas fuentes a fin de aprovechar la gran cantidad de datos genómicos disponibles. Por

³⁰ El término también incluye los invertebrados acuáticos, tales como moluscos, equinodermos y crustáceos

³¹ Un mapa de ligamiento es un diagrama lineal o circular que muestra las posiciones relativas de los genes en un cromosoma, basadas en las fracciones de recombinación.

ejemplo, la genómica comparativa ha facilitado la predicción de genes candidatos en parientes cercanos a raíz de la disponibilidad de las secuencias de especies modelo o clave (especialmente importantes para la utilización de la diversidad genética de especies de cultivos huérfanas y con escasez de recursos y especies de ganado menos comunes).

28. Se necesitan altos niveles de inversión financiera y conocimientos técnicos para el establecimiento y el mantenimiento de laboratorios o centros capaces de proporcionar servicios “ómicos”. Además, resulta fundamental contar con científicos capacitados, un buen acceso a Internet y servicios informáticos a fin de aprovechar la información pública sobre secuencias y los instrumentos bioinformáticos. En consecuencia, estas tecnologías se utilizan sólo en algunos casos en los diferentes sectores agrícolas de países en desarrollo. No obstante, los costos que conlleva la secuenciación genómica están experimentando una reducción constante.

CONSERVACIÓN DE LOS RGAA

29. Existen dos estrategias principales para la conservación³². La conservación *in situ* permite la evolución y adaptación continuadas de una especie en respuesta al medio ambiente. Si bien es más dinámica, está expuesta a la destrucción del hábitat por catástrofes naturales o la interferencia humana. La conservación *ex situ* puede utilizarse para asegurar la accesibilidad fácil y pronta del material reproductivo. Los métodos descritos en la sección anterior son de utilidad para realizar un seguimiento de las especies y poblaciones conservadas, tanto *in situ* como *ex situ*.

30. Es fundamental que haya un vínculo eficaz entre ambas estrategias. Por ejemplo, las colecciones *ex situ* pueden utilizarse para el mejoramiento de poblaciones *in situ* o incluso para reintroducir especies raras o extinguidas en el medio natural. Las estrategias de conservación eficaces suelen incorporar elementos de ambas con objeto de elaborar la mejor estrategia teniendo en cuenta la biología de la especie que se va a conservar, los aspectos técnicos y económicos, así como la disponibilidad de recursos humanos y de infraestructura.

Crioconservación

31. La crioconservación conlleva el almacenamiento de germoplasma a temperaturas muy bajas, normalmente en nitrógeno líquido a -196°C, por medio del cual se suspende toda actividad biológica. Es una opción rentable que permite el almacenamiento a largo plazo, reduce el riesgo de pérdida, requiere poco espacio y un mantenimiento mínimo, y proporciona material genético extinguido o seleccionado para el mejoramiento genético en el futuro.

32. La crioconservación es un método conveniente para el almacenamiento a largo plazo de germoplasma animal y para especies de árboles y cultivos de propagación vegetativa, así como especies que producen semillas recalcitrantes³³. Sin embargo, la utilización habitual de la crioconservación es escasa en los países en desarrollo dado que la fiabilidad del suministro eléctrico y la disponibilidad de nitrógeno líquido a un precio económico suponen obstáculos específicos.

33. La crioconservación puede tener ventajas prácticas, incluso para especies de plantas para las que pueden utilizarse otras opciones. En un reciente estudio sobre la comparación de los costos de mantenimiento de una extensa colección en campo de café y los costos del establecimiento de una criocolección de semillas de café en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) se demostró que la crioconservación tiene menos costos por muestra que la conservación en bancos de genes sobre el terreno, y que el costo de las muestras disminuye a medida que aumenta el número de muestras crioconservadas.

³² De acuerdo con el CDB y el Tratado Internacional, 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 o cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. Por conservación *ex situ* se entiende la conservación de componentes de diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales.

³³ Semillas que no son capaces de sobrevivir al secado y posterior almacenamiento a baja temperatura.

34. En varios países en desarrollo se ha realizado la crioconservación de recursos zoogenéticos, aunque sólo existe tecnología avanzada para unas pocas especies. En los peces, la crioconservación de óvulos y embriones sigue siendo un desafío, debido principalmente a la composición bioquímica de los gametos femeninos, si bien se han obtenido resultados satisfactorios en la crioconservación de esperma de muchas especies cultivadas de peces de aleta y moluscos, aunque su aplicación continúa siendo escasa en los países en desarrollo. La elección de material genético para la crioconservación depende del intervalo generacional y del índice de reproducción de una especie, y también deben considerarse los costos. Por ejemplo, la colección y congelación de embriones en el ganado es mucho más costosa que para el semen, pero la regeneración utilizando embriones es más rápida y económica que en el caso de este último.

Almacenamiento *in vitro* de crecimiento lento

35. En el caso de los recursos genéticos agrícolas y forestales, la mayoría de las muestras se conservan como semillas en bancos de genes. Un número importante de especies agrícolas y forestales que no producen semillas ortodoxas³⁴ o son de propagación vegetativa pueden conservarse en bancos de genes en campo o *in vitro*.

36. Los bancos de genes en campo tienen un mantenimiento costoso, requieren más espacio y no son muy seguros. Por consiguiente, la conservación de corto a medio plazo de cultivos y árboles forestales de propagación vegetativa se consigue mejor con el almacenamiento *in vitro* de crecimiento lento, es decir, como tejido estéril o plántulas en geles nutrientes. El crecimiento suele limitarse mediante la reducción de la temperatura o la intensidad de la luz, la modificación de los nutrientes en el medio de cultivo y la reducción de los niveles de oxígeno.

37. Entre las ventajas de este método figura el reducido espacio de almacenamiento necesario para mantener un gran número de explantos en un entorno aséptico, la menor necesidad de realizar subcultivos frecuentes, el potencial de tasas elevadas de multiplicación clonal y la menor necesidad de aplicar medidas de cuarentena durante los intercambios y transferencias de germoplasma. Sin embargo, la conservación *in vitro* lleva mucho tiempo y es intensiva en mano de obra, requiere equipos especializados y tiene un mayor riesgo de variación somaclonal³⁵, así como de pérdidas debido a la contaminación o al etiquetado incorrecto. Varios países en desarrollo han comunicado que disponen de instalaciones de almacenamiento *in vitro* de crecimiento lento.

Biotechnologías reproductivas

38. Las biotechnologías reproductivas tienen gran potencial para conservar ganado y peces al facilitar el almacenamiento de recursos genéticos y su posible multiplicación y distribución, y reducir el riesgo de transmisión de enfermedades. En el ganado, tanto la inseminación artificial (IA) como el trasplante de embriones (TE) pueden aplicarse para la utilización futura de RGAA crioconservados. Sin embargo, hoy en día estas tecnologías no se utilizan principalmente para este fin, sino como instrumentos para aumentar la producción animal, en general con las razas comerciales más productivas. Esta orientación puede provocar la pérdida de razas autóctonas.

39. En los países en desarrollo, la inseminación artificial es la tecnología reproductiva más empleada y la mayoría de servicios de IA son suministrados por el sector público, aunque muchos países de África y el Pacífico sudoccidental siguen sin disponer de esta tecnología. En general, la IA no es muy costosa y pueden realizarla campesinos capacitados. El trasplante de embriones, por otro lado, resulta costoso y requiere personal muy especializado. Por ejemplo, en un estudio reciente sobre el TE en México se mostró que la tecnología resulta rentable para los agricultores solo si se proporcionan subvenciones importantes.

³⁴ Las semillas que pueden secarse hasta alcanzar un contenido bajo de humedad y almacenarse a temperaturas bajas sin perder su viabilidad durante largos períodos de tiempo.

³⁵ El término se refiere a cambios epigenéticos o genéticos inducidos durante la fase de callo de las células de la planta cultivada *in vitro*.

40. Otra tecnología reproductiva que puede utilizarse para fines de conservación, sobre todo cuando una raza está casi extinguida, es la de clonación. Aunque se han producido animales clonados en algunos países en desarrollo, continúa en etapa experimental debido a los elevados costos y conocimientos especializados necesarios. Sin embargo, los avances en la clonación de animales han hecho realista la conservación de recursos zoogenéticos mediante la crioconservación de células somáticas en lugar de células germinales. Esta estrategia puede disminuir de forma importante los costos y el nivel de conocimientos técnicos necesarios para recoger y guardar en bancos el material genético, pero se basa, para la mayoría de especies, en la hipótesis de que la utilización del material para regeneración de animales nuevos no será necesaria hasta que futuros avances tecnológicos hayan aumentado la eficiencia y reducido los costos y las repercusiones para el bienestar de los animales que supone la creación de clones.

UTILIZACIÓN DE RGAA

41. Los recursos genéticos son la materia prima para el desarrollo agrícola y para mantener la supervivencia de las poblaciones naturales. Por tanto, su utilización sostenible es fundamental para la seguridad alimentaria y el bienestar económico a escala mundial. Las biotecnologías se aplican cada vez más para mejorar los RGAA y, como se indica a continuación, han repercutido profundamente en la utilización eficaz de los mismos.

Biotechnologías reproductivas

42. Además de las tecnologías reproductivas descritas anteriormente, el sexaje de espermatozoides y embriones permite la producción preferencial de un sexo en el ganado (por ejemplo, las hembras son beneficiosas como animales lecheros). La aplicación satisfactoria del sexaje de espermatozoides ha sido limitada debido al elevado costo del semen sexado y a los bajos índices de fertilidad y viabilidad de los espermatozoides. En acuicultura, se utiliza el tratamiento hormonal para controlar el tiempo de reproducción (por ejemplo, para sincronizar la ovulación cuando las condiciones ambientales suprimen los tiempos de desove de las hembras) y para desarrollar poblaciones monosexuales (por ejemplo, la tilapia macho es más ventajosa que la hembra por su crecimiento más rápido). Las hormonas sintetizadas químicamente son relativamente poco costosas y prácticas de usar.

Biotechnologías para el diagnóstico y prevención de enfermedades

43. Las enfermedades son uno de los principales impedimentos para la utilización sostenible de los RGAA. Las biotecnologías, basadas en el análisis de inmunoabsorción enzimática (ELISA)³⁶ y en la RCP, para la detección de patógenos y el diagnóstico de enfermedades son importantes en todos los sectores agropecuarios y pueden ayudar a mejorar el control de las enfermedades de plantas y animales y la inocuidad de los alimentos. Las biotecnologías también se han utilizado de forma extensiva en el desarrollo de vacunas para prevenir enfermedades en el ganado y los peces.

Manipulación de juegos de cromosomas

44. La manipulación de los juegos de cromosomas se utiliza para varios fines distintos en agricultura. En el caso de los peces, esta técnica se ha empleado para crear organismos estériles triploides, que resultan ventajosos en la producción, pues no dedican energía a la producción de gametos, así como en los programas de conservación que impiden la introgresión de individuos escapados de las reservas comerciales en las poblaciones naturales. La manipulación de los juegos de cromosomas puede resultar útil para la detección de LRC.

45. En el caso de las plantas, un método rápido y rentable para inducir esterilidad (por ejemplo, para producir fruta sin semillas) es la creación de triploides. Las plantas de haploides duplicados, producidas usando el cultivo *in vitro* de anteras y la duplicación cromosómica, son

³⁶ Un inmunoanálisis, es decir, una técnica basada en anticuerpos para diagnosticar la presencia y la cantidad de moléculas específicas en una muestra mixta.

útiles para los programas de mejoramiento ya que son 100 % homocigóticas (es decir, los genes recesivos se manifiestan fácilmente) y reducen de forma notable el tiempo necesario para seleccionar las líneas deseadas. Sin embargo, se necesita mano de obra cualificada para realizar ensayos en grandes poblaciones, lo que genera un aumento de los costos.

Técnicas basadas en el cultivo de tejidos

46. La hibridización interespecífica (cruzamiento amplio) se utiliza para obtener híbridos que muestren buenos grados de heterosis³⁷, aunque es necesario invertir importantes cantidades de tiempo y conocimientos científicos. Los métodos biotecnológicos resultan esenciales para subsanar la incompatibilidad sexual y acelerar el proceso. Por ejemplo, el rescate de embriones *in vitro* y el cultivo de anteras han sido fundamentales en la creación de variedades de nuevo arroz para África (NERICA), que se han utilizado en 30 países africanos y han desempeñado una función clave en la mejora de las cosechas de arroz.

47. La micropropagación es un método rápido y de bajo costo que subsana la acumulación de agentes infecciosos en plantas de propagación vegetativa y que se ha utilizado para la propagación clónica en masa de material auténtico y libre de enfermedades en más de 30 países en desarrollo y transición. Los estudios de las repercusiones socioeconómicas, realizados en algunos países en desarrollo, han demostrado que la utilización de material micropropagado aumenta la productividad y mejora los medios de vida rurales.

Selección asistida por marcadores moleculares

48. Una alternativa a la selección fenotípica convencional es la selección asistida por marcadores moleculares (MAS, por sus siglas en inglés), que puede acelerar en gran medida el mejoramiento genético mediante el aumento de la precisión de selección y la reducción del tiempo necesario, sobre todo si la detección de fenotipos es difícil. Ha resultado especialmente útil en el fitomejoramiento para desarrollar nuevas variedades pero, pese a su elevado potencial, la selección asistida por marcadores moleculares sigue aplicándose en relativamente pocos programas de mejoramiento en los países en desarrollo. Ello se debe a que una estrategia eficaz de selección asistida por marcadores moleculares requiere una capacidad de laboratorios y una gestión de datos adecuados, personal capacitado y recursos operacionales. Aunque los costos relativos de la aplicación de la selección asistida por marcadores moleculares son más elevados que en métodos convencionales, ésta es cada vez menos costosa. En un reciente análisis *ex ante* de las repercusiones realizado por el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (GCIAD) se determina que la selección asistida por marcadores moleculares en el arroz y la yuca genera importantes beneficios con respecto al mejoramiento convencional.

Mutagénesis

49. La mutagénesis química, por radiación o somaclonal puede utilizarse para acelerar el proceso de mutación espontánea a fin de crear nuevos fenotipos. La mutagénesis es una de las pocas biotecnologías que se emplea más en países en desarrollo que en otros lugares, siendo la asociación entre la FAO y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) decisiva para la transferencia de tecnología de métodos tecnológicos de radiación. Se han desarrollado y producido en torno a 3 000 variedades de cultivo mejoradas de aproximadamente 170 especies en unos 100 países, que generan beneficios económicos para los agricultores. En el sector ganadero, esta técnica no suele aplicarse. Sin embargo, 30 países han utilizado la técnica de los insectos estériles para la supresión o erradicación de varias plagas del ganado. La mutagénesis también se ha utilizado de forma amplia para mejorar cualidades específicas de microorganismos y el rendimiento de los metabolitos en las aplicaciones de elaboración de alimentos.

³⁷ Heterosis (vigor híbrido) es el grado en el que un individuo híbrido supera a sus dos progenitores en el rendimiento referido a uno o más caracteres, por ejemplo mayor tamaño, rendimiento, fertilidad, índice de crecimiento, etc.

Ingeniería genética

50. Una biotecnología, la ingeniería genética, ha estado en medio de un debate sumamente polarizado en todo el mundo durante los últimos años. Se estima que en 2010 se produjeron cultivos modificados genéticamente en 148 millones de hectáreas, de los que el 45, el 17, el 16 y el 6 por ciento de la superficie total cultivada correspondió a los Estados Unidos, Brasil, Argentina, la India y el Canadá, respectivamente. Diecisiete países, de los que 13 eran países en desarrollo, plantaron más de 50 000 hectáreas cada uno. La soja, el maíz, el algodón y la canola modificados genéticamente supusieron, respectivamente, el 50, el 31, el 14 y el 5 por ciento de los cultivos de esta clase. Se tiene noticia de que en China se han plantado árboles forestales modificados genéticamente (chopos) en unas 400 hectáreas. Se han desarrollado ganado y peces modificados genéticamente, pero no se han comercializado. La ingeniería genética, aunque es común en los países desarrollados para la mejora de las cepas microbianas, solo ahora se empieza a aplicar para este fin en los países en desarrollo.

PERSPECTIVAS

51. Se han producido avances bastante notables en biotecnología en los dos últimos decenios y, como se examinó en este documento, las biotecnologías han realizado importantes aportaciones y han resultado muy prometedoras para la gestión de los RGAA. Los marcadores moleculares pueden utilizarse de diversas maneras para caracterizar los recursos genéticos, para identificar los recursos genéticos cuya conservación resulta prioritaria y para gestionar con mayor eficacia las colecciones *ex situ*; por otro lado, las tecnologías *in vitro* ofrecen técnicas complementarias a los métodos de conservación convencionales y las tecnologías como el cultivo de tejidos proporcionan los medios para superar obstáculos reproductivos. Aunque algunas biotecnologías como la inseminación artificial y la micropropagación se han adoptado y aplicado de forma generalizada en los países en desarrollo, la adopción de otras biotecnologías ha sido más lenta. Normalmente la aplicación satisfactoria de una biotecnología determinada depende de la presencia de factores complementarios, como por ejemplo capacitación y servicios de extensión, y no de la efectividad de la biotecnología en sí.

52. Los países en desarrollo suelen estar dotados de gran cantidad de recursos genéticos. La agricultura es con frecuencia un componente fundamental de la economía y el aprovechamiento de poblaciones silvestres como la pesca de captura, los bosques y la carne de animales silvestres es importante desde un punto de vista económico y cultural. Sin embargo, no han sido capaces de encauzar esta diversidad de recursos genéticos con todo su potencial por muchos motivos. Entre estos figuran la falta de políticas apropiadas, la escasa capacidad humana e institucional, las bajas inversiones y capacidad en investigación y desarrollo, infraestructuras inadecuadas y un bajo nivel de inversiones financieras. Por tanto, el reto sigue siendo gestionar los RGAA de forma eficaz a fin de conservar y reforzar la diversidad genética y, al mismo tiempo, utilizarla de manera sostenible para aumentar la productividad agrícola y para garantizar la seguridad alimentaria para el futuro.

IV. CUESTIONES PERTINENTES PARA EL DESARROLLO FUTURO DE LAS BIOTECNOLOGÍAS

53. Como se mencionó anteriormente³⁸, la Comisión, en su 10.^a reunión ordinaria, identificó algunos campos del ámbito de la biotecnología como apropiados para realizar nuevos trabajos. En esta sección se analizan los adelantos realizados en esos ocho campos a fin de permitir que la Comisión examine, en su 13.^a reunión ordinaria, la aplicación e integración de las biotecnologías en la conservación y utilización de los RGAA³⁹.

³⁸ Véase el párr. 12.

³⁹ CGRFA-12/09/Report, Apéndice G.

Conservación de los RGAA en los centros de origen y en las colecciones *ex situ*

54. Entre los instrumentos de políticas y foros a escala mundial para la conservación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura figuran el CDB, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Comisión. En el año 2002, la Conferencia de las Partes en el CDB aprobó la Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales. En ella se fijaban 16 objetivos que debían ejecutarse para 2010, los cuales se han actualizado ahora para el período 2011-2020. Los objetivos 3 y 8 de dicha estrategia comprenden, respectivamente, las prioridades para el desarrollo e intercambio de métodos para la conservación *ex situ* y la conservación de especies vegetales amenazadas en colecciones *ex situ* accesibles, preferiblemente en el país de origen.

55. Con respecto a la conservación de los RGAA en los centros de origen, la Comisión solicitó el establecimiento de una red de zonas de conservación, que comprendiera tanto recursos genéticos vegetales (incluidas variedades silvestres afines a las plantas cultivadas) como animales en 1989⁴⁰, y se elaboró un estudio informativo⁴¹ para la 12.^a reunión ordinaria.

56. El Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos, que la FAO y Bioversity International (en nombre del GCGIAI) pusieron en marcha en 2004, es un elemento fundamental de la estrategia de financiación del Tratado Internacional y apoya la conservación *ex situ* de cultivos con dos grupos de estrategias complementarias y de fortalecimiento mutuo (regionales y de cultivos).

57. Los centros del GCGIAI poseen las mayores colecciones *ex situ* de plantas a disposición del público, en el marco del Tratado Internacional, y resulta sumamente importante asegurar la integridad genética de estas muestras. A este respecto, el GCGIAI aprobó en 2005 los *Principios rectores para que los centros del GCGIAI elaboren políticas destinadas a abordar la posibilidad de la presencia no buscada de transgenes en las colecciones ex situ*⁴² y, desde entonces, se han elaborado directrices para los cultivos de maíz, patata y arroz.

58. Existen normas para los bancos de germoplasma en aras de la conservación de semillas ortodoxas y el GCGIAI ha elaborado algunas directrices de regeneración para determinados cultivos⁴³. Además, Bioversity International ha elaborado directrices técnicas para la gestión de colecciones de germoplasma de cultivos en campo o *in vitro*. La FAO también ha elaborado un proyecto de directrices técnicas para la criopreservación de recursos zoogenéticos, que se presenta como documento informativo⁴⁴.

59. Aunque el establecimiento y el mantenimiento de bancos de germoplasma puede ser un elemento importante para la conservación de los RGAA, debe combinarse con la capacidad para identificar genes útiles y utilizar la diversidad genética con mucha más eficiencia. A fin de facilitar la generación e intercambio de datos normalizados de marcadores moleculares para el germoplasma vegetal conservado en bancos de germoplasma, Bioversity International ha elaborado una lista de descriptores, aunque el volumen de datos de caracterización es, en general, bastante bajo. La situación se ve aún más agravada en los países en desarrollo, donde el porcentaje de muestras caracterizadas mediante el uso de marcadores moleculares es inferior al 12 %, con la excepción del Cercano Oriente que presenta un 64%. Esta falta de caracterización adecuada es uno de los principales impedimentos para la utilización sostenible de RGAA, aun cuando el número de muestras depositado crece de forma continuada. Así pues, debe darse

⁴⁰ CPGR/89/REP, párrs. 32-37.

⁴¹ Establishment of a network for the *in situ* conservation of crop wild relatives: status and needs, Maxted, N. and Kell, S. (2009), Background Study Paper 39, disponible solo en inglés.

⁴² CGRFA-11/07/14 Rev.1.

⁴³ La Comisión, en su 12.^a reunión ordinaria, solicitó a su Grupo de Trabajo sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura que analizara el examen de las Normas para los bancos de germoplasma y otros reglamentos afines (CGRFA-12/09/Report, Apéndice G, página 13). En el documento CGRFA-13/11/9 pueden verse algunos proyectos de normas revisadas sobre bancos de genes.

⁴⁴ CGRFA-13/11/Inf.21.

prioridad a la caracterización de las numerosas colecciones que se mantienen en los bancos de germoplasma.

Biotechnologías apropiadas que se aplican a los RGAA

60. No existen específicamente criterios acordados internacionalmente para evaluar y determinar biotecnologías apropiadas. Las biotecnologías distintas a los OMG suelen quedar eclipsadas por el debate sobre los OMG y hay escasez de información o evaluaciones precisas en relación con la aplicación y los posibles efectos socioeconómicos de las biotecnologías distintas a los OMG.

61. No hay una solución uniforme, ya que existen diferencias importantes entre sectores, especies, regiones y países. Además, dentro de los países en desarrollo, existe una diferencia importante en cuanto a las capacidades de financiación e investigación agrícola. Así pues, las decisiones sobre qué biotecnologías son apropiadas y su posterior desarrollo y adopción deberían adoptarse cautelosamente, basándose en análisis fiables *ex ante* (por ejemplo, requisitos específicos del sector e importancia para las necesidades de los pequeños productores) y *ex post* (por ejemplo, índice de adopción y evaluaciones del impacto genético), así como en la idoneidad dentro de las estrategias de desarrollo actuales.

Problemas de acceso y distribución de beneficios relacionados con las biotecnologías que se aplican a los RGAA

62. Hasta la fecha, dos instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes regulan el acceso y la distribución de beneficios en relación con los recursos genéticos: el CDB y el TIRFAA. El CDB tiene como propósito conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y distribuir los beneficios derivados de su uso, y los objetivos principales del TIRFAA complementan los del CDB. El Grupo de trabajo especial de composición abierta sobre acceso y distribución de beneficios de la Conferencia de las Partes en el CDB elaboró las *Directrices de Bonn sobre acceso a los recursos genéticos y distribución justa y equitativa de los beneficios provenientes de su utilización*, aprobadas en 2002. En octubre de 2010, la 10.^a Conferencia de las Partes en el CDB aprobó el *Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica*.

63. En su 12.^a reunión ordinaria, la Comisión analizó el entorno actual de políticas para el acceso y la distribución de beneficios en relación con los RGAA y pidió a su Secretaría que trabajase en estrecha colaboración con los negociadores del régimen internacional e informase de los resultados⁴⁵.

Creación de capacidad nacional y cooperación internacional

64. Existen varios acuerdos internacionales relativos a las biotecnologías y la gestión de los RGAA. Aunque muchos países en desarrollo son signatarios de dichos acuerdos, deben otorgar considerable atención a los reglamentos, derechos de la propiedad intelectual (DPI) y el acceso y distribución de los beneficios en sus marcos nacionales de estrategias y políticas en materia de biotecnología en coherencia con la arquitectura legislativa mundial. La FAO ha desempeñado una función central en la prestación de asesoramiento y el intercambio de conocimientos especializados con los Estados Miembros a fin de reforzar las capacidades nacionales para el establecimiento de prioridades y la formulación de políticas en biotecnologías para la alimentación y la agricultura, pero sigue habiendo importantes déficits de capacidad. De hecho, una de las principales conclusiones de la ABDC-10 fue que “La FAO y otras organizaciones internacionales pertinentes así como los donantes deberían aumentar significativamente sus esfuerzos para apoyar el fortalecimiento de la capacidad nacional respecto del desarrollo y el

⁴⁵ CGRFA-12/09/Report, párrs. 11, 12 y 13. En lo referido al resultado de las negociaciones, véase el documento CGRFA-13/11/5.

uso apropiado de biotecnologías agrícolas favorables a los pobres y orientadas a las necesidades de los pequeños agricultores, los consumidores, los productores y las pequeñas empresas basadas en la biotecnología en los países en desarrollo”⁴⁶.

65. El GCAI y el Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) han contribuido de forma notable a mejorar las capacidades humanas en biotecnologías a través de actividades de capacitación y asociaciones con los Sistemas nacionales de investigación y extensión agrícolas. Varios organismos de las Naciones Unidas, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), etc. también han llevado a cabo actividades de desarrollo de la capacidad.

Seguridad biológica y preocupaciones ambientales

66. Se han realizado y se están realizando numerosos esfuerzos para armonizar los marcos normativos internacionales en materia de biotecnología. El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención de Aarhus, el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC), el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la OMC y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) son instrumentos jurídicamente vinculantes que se ocupan de cuestiones relacionadas con la seguridad biológica. En lo que respecta al Acuerdo MSF, las organizaciones pertinentes encargadas de establecer normas son la Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius para los alimentos, la CIPF para la sanidad vegetal y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para la sanidad animal. Entre los códigos, directrices y documentos pertinentes no vinculantes figuran el Código de Conducta de la FAO para la Pesca Responsable y los documentos de consenso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), entre otros. Varias organizaciones de las Naciones Unidas, incluida la FAO, han adoptado también iniciativas de desarrollo de la capacidad en materia de seguridad biológica para los países en desarrollo.

67. Entre los instrumentos internacionales que se ocupan de las especies exóticas invasoras figuran el CDB, la CIPF y la OIE, entre otros. En la Decisión IX/4 de la COP-9 se invitó al Comité de Pesca de la FAO a que tomase nota de la falta de normas internacionales en relación con las especies exóticas invasoras y a que examinase nuevas formas y medios de abordar esta laguna en cuanto que aplica a la introducción, para la pesca y la acuicultura, de especies exóticas.

Tecnologías de restricción de usos genéticos (TRUG)

68. La Conferencia de las Partes en el CDB ha abordado las tecnologías de restricción de usos genéticos (TRUG) en el contexto de la biodiversidad agrícola y la Comisión ha realizado importantes contribuciones a los debates de dicha Conferencia sobre cuestiones de políticas relativas a las TRUG⁴⁷. No se conocen ejemplos comerciales de TRUG, en parte debido a la Decisión V/5 de COP-5, en la que se establecía lo que se interpreta de forma generalizada como una moratoria *de facto* sobre el uso de las TRUG. En la COP-6 se constituyó un Grupo Especial de Expertos Técnicos sobre TRUG para seguir analizando sus posibles efectos sobre los pequeños agricultores, comunidades indígenas y locales, y los derechos de los agricultores. La Decisión V/5 se ratificó posteriormente en la COP-8.

Flujo génico procedente de los OMG y la cuestión de la responsabilidad

69. El flujo de genes procedentes de organismos modificados genéticamente y las cuestiones de responsabilidad y compensación son competencia del Protocolo de Cartagena. En la primera reunión de la COP que actúa como reunión de las Partes del Protocolo de Cartagena (COP-

⁴⁶ CGRFA-13/11/Inf.8, párr. 38.

⁴⁷ CGRFA-9/02/17; CGRFA-9/02/17, Anexo.

MOP 1) se constituyó un Grupo de trabajo especial de composición abierta de expertos jurídicos y técnicos sobre responsabilidad y compensación con el fin de negociar normas y procedimientos internacionales sobre esta materia. Posteriormente, en la COP-MOP 4 se constituyó un Grupo de Amigos de los Copresidentes que continuó el proceso. En octubre de 2010, la COP-MOP 5 aprobó el Protocolo de Nagoya—Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. El nuevo tratado se encuentra abierto a la firma y entrará en vigor 90 días después del depósito del 40.º instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

70. Puede encontrarse un resumen de los efectos del flujo de genes en la conservación y el uso sostenible de los RGAA en el estudio informativo⁴⁸ elaborado para la Comisión en 2007.

Incentivos para promover biotecnologías apropiadas

71. Es necesario un entorno propicio, con la aplicación de políticas eficientes, para facilitar la aplicación de biotecnologías apropiadas. Algunos de los incentivos para promover biotecnologías apropiadas son la gestión adecuada de los derechos de propiedad intelectual (DPI), la facilitación de asociaciones entre el sector público y privado, la mejora del acceso a los mercados y el intercambio de tecnologías a través de plataformas e iniciativas de colaboración.

72. En relación con la biotecnología y los RGAA, los marcos jurídicos negociados a escala mundial que regulan los DPI incluyen la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y el Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio. Además, el Comité Intergubernamental sobre la Propiedad Intelectual, Recursos Genéticos, Conocimientos Tradicionales y Folclore de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) está celebrando negociaciones en relación con la protección de los conocimientos tradicionales, las expresiones culturales tradicionales y el folclore, y los recursos genéticos.

73. En su 11.ª reunión ordinaria, la Comisión pidió a la Secretaría que informara de forma periódica⁴⁹ sobre las novedades en materia de políticas en cuanto a los DPI y los recursos genéticos y que elaborara un estudio informativo⁵⁰ sobre esta cuestión para la 12.ª reunión ordinaria. El estudio titulado *Trends in Intellectual Property Rights*⁵¹ proporciona información más actualizada sobre este tema.

V. ORIENTACIÓN QUE SE SOLICITA

74. La Comisión, a la luz de la orientación recibida de sus grupos de trabajo, tal vez desee formular a la FAO las peticiones siguientes:

- i) el incremento de sus esfuerzos para reforzar las capacidades nacionales de los países en desarrollo en cuanto al establecimiento de prioridades, la formulación de políticas y el empleo de biotecnologías para la caracterización, conservación y utilización de los RGAA;
- ii) el refuerzo de sus actividades para la difusión periódica de datos actualizados sobre el papel de las biotecnologías para la caracterización, la conservación y la utilización de los RGAA mediante sus bases de datos, redes y boletines existentes, poniendo también de relieve la comunicación de las novedades sobre biotecnología al público en general;
- iii) el estudio de mecanismos para la cooperación futura con las organizaciones internacionales pertinentes, incluido el fomento de la cooperación Norte-Sur y Sur-Sur, con objeto de

⁴⁸ A typology of the effects of (trans) gene flow on the conservation and sustainable use of genetic resources, Heinemann, J.A. (2007), Estudio informativo n.º 35, Rev.1.

⁴⁹ CGRFA-11/07/Report, párr. 72.

⁵⁰ Trends in Intellectual Property Rights relating to Genetic Resources for Food and Agriculture, Correa, C.M. (2009), Estudio informativo n.º 47.

⁵¹ Estudio informativo n.º 58.

aprovechar los beneficios de las biotecnologías para la caracterización, conservación y utilización de los RGAA.

75. La Comisión, a la luz de la orientación recibida de sus grupos de trabajo, tal vez desee asimismo formular a la FAO las peticiones siguientes:

- i) la elaboración de normas y protocolos técnicos sectoriales, destinados a algunos sectores, para la caracterización molecular de los RGAA⁵² a fin de generar datos que se puedan reproducir y comparar a efectos de su examen por los GTTI;
- ii) la preparación de análisis sectoriales destinados a algunos sectores sobre las inversiones, los beneficios y las repercusiones socioecológicas de las biotecnologías para los RGAA.

76. Con respecto a su labor futura sobre la aplicación de las biotecnologías en aras de la conservación y la utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, como materia intersectorial, tal vez la Comisión desee:

- i) tomar nota con satisfacción de la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre *las Biotecnologías Agrícolas en los Países en Desarrollo: Opciones y oportunidades en la agricultura, la silvicultura, la ganadería, la pesca y la agroindustria para hacer frente a los desafíos de la inseguridad alimentaria y el cambio climático* (ABDC-10).
- ii) estudiar si se debe adelantar el proyecto de Código de conducta para la biotecnología y el procedimiento para ello;
- iii) proponer la inclusión de cuestiones relacionadas con la biotecnología en el Programa plurianual de trabajo.

⁵² El proyecto de directrices sobre la caracterización genética molecular de los recursos zoogenéticos se presenta como documento informativo con la signatura CGRFA/-13/11/Inf.20.