





## Capítulo 4

---

### El estado de utilización



## 4.1 Introducción

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

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

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

## 4.2 Distribución y uso del germoplasma

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

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

### CUADRO 4.1

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

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

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

## CAPÍTULO 4

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

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

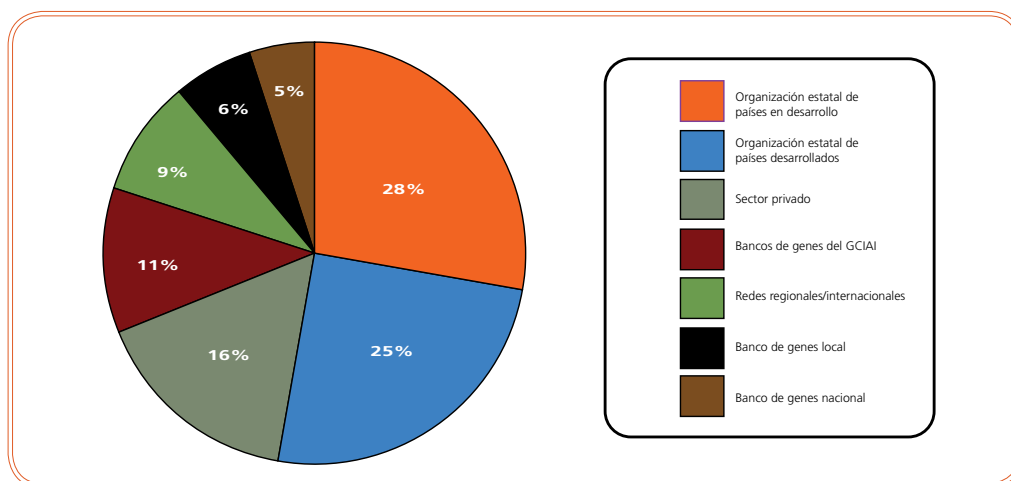
### 4.3 Caracterización y evaluación de los RFAA

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

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

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

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



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

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

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

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

res<sup>2</sup> contar con colecciones y minicolecciones de referencia bien documentadas, y varios sugirieron que sería útil expandir la cantidad de colecciones de referencia para incluir más cultivos que los disponibles actualmente. Otros países, sin embargo, no las consideraron útiles.<sup>3</sup> Bangladesh declaró que solo se disponía de conocimiento limitado sobre las colecciones de referencia en el país y Sri Lanka informó que las colecciones de referencia “no han sido dispuestas para ningún cultivo ... [lo que] dificultará el uso del germoplasma conservado”. Argentina hizo notar que las colecciones de referencia son útiles para la preselección y podrían ayudar a aumentar el uso de las colecciones nacionales. Sin embargo, también resaltó que el “desarrollo de las colecciones de referencia ... requiere un amplio conocimiento y caracterización del germoplasma”.

Se informaron varios casos en los que las colecciones de referencia fueron creadas en un intento por mejorar el uso de los RFAA. En el continente americano, los seis países del Cono Sur colaboraron para crear una colección de referencia regional de maíz, constituida por componentes nacionales manejados de modo independiente. Colectivamente, esta colección representa un porcentaje significativo de la herencia genética de la región e incluye 817 de las 8 293 muestras mantenidas en la región<sup>4</sup>. Además de maíz, Brasil constituyó colecciones de referencia de frijoles y arroz, y Uruguay de cebada. Otros ejemplos incluyen a Kenya, que estableció una colección de referencia de sésamo; Malasia, que estableció diez colecciones de referencia, con inclusión de yuca, boniato y colocalia; y China, que estableció seis colecciones

#### CUADRO 4.2

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

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

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

<sup>a</sup> Número total de colecciones *ex situ* relevadas para las que existen datos de caracterización.

## CAPÍTULO 4

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

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

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

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

### 4.4 Capacidad del fitomejoramiento

Hay muchos modos de mejorar genéticamente los cultivos, desde las tradicionales técnicas de cruzamiento y selección hasta las más recientes de transferencia de genes, pero todos dependen de la capacidad de los fitomejoradores de reunir los genes de los caracteres deseados en las nuevas variedades. La mayoría de los países, reconociendo la importancia del fitomejoramiento genético, apoyan alguna forma de sistema privado y/o público de fitomejoramiento. La GIPB<sup>6</sup> ha evaluado la capacidad de fitomejoramiento en todo el mundo; la información obtenida puede encontrarse en la base de datos de la Evaluación de las Capacidades de Fitomejoramiento y Biotecnología asociada (PBBC).<sup>7</sup> Si bien la asignación de recursos al fitomejoramiento durante la última década ha sido relativamente constante a nivel global, hay una considerable variación entre los países

#### CUADRO 4.3

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

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

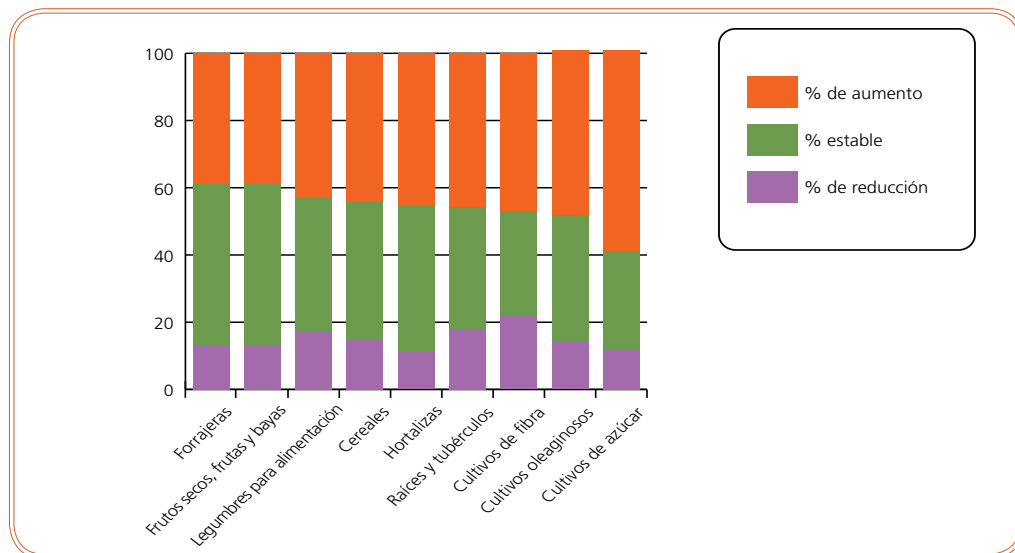
Fuente: NISM 2008 (disponible en [www.pgrfa.org/gpa](http://www.pgrfa.org/gpa)). Las cifras se basan en la respuesta de 45 fitomejoradores de 45 países en desarrollo a una pregunta sobre los obstáculos para establecer colecciones de referencia en el país.

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

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

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

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

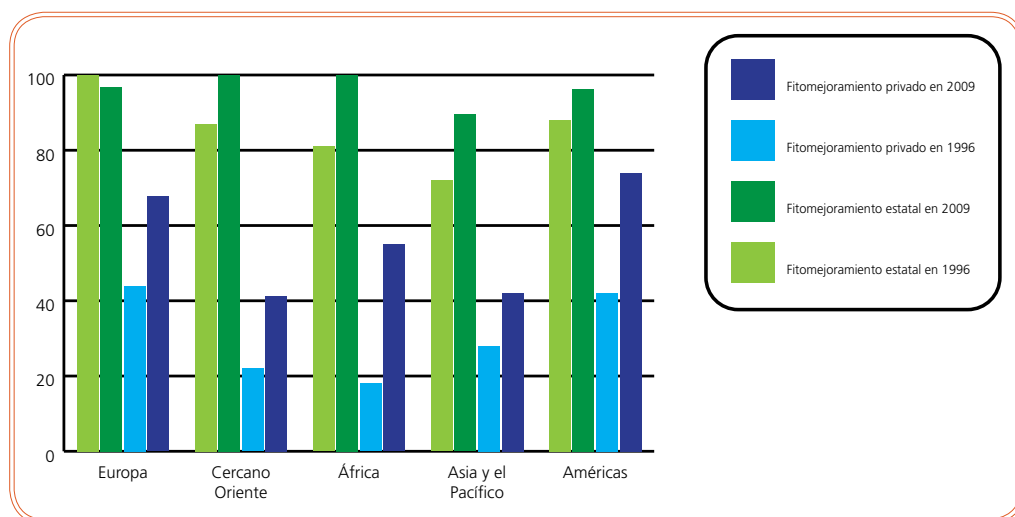


Fuente: NISM 2008 (disponible en: [www.pgrfa.org/gpa](http://www.pgrfa.org/gpa)). Las cifras se basan en la respuesta de 404 fitomejoradores de 49 países en desarrollo a una pregunta sobre la tendencia actual dentro de la organización de las partes interesadas en términos de capacidad de mejorar cultivos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



## CAPÍTULO 4

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



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

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

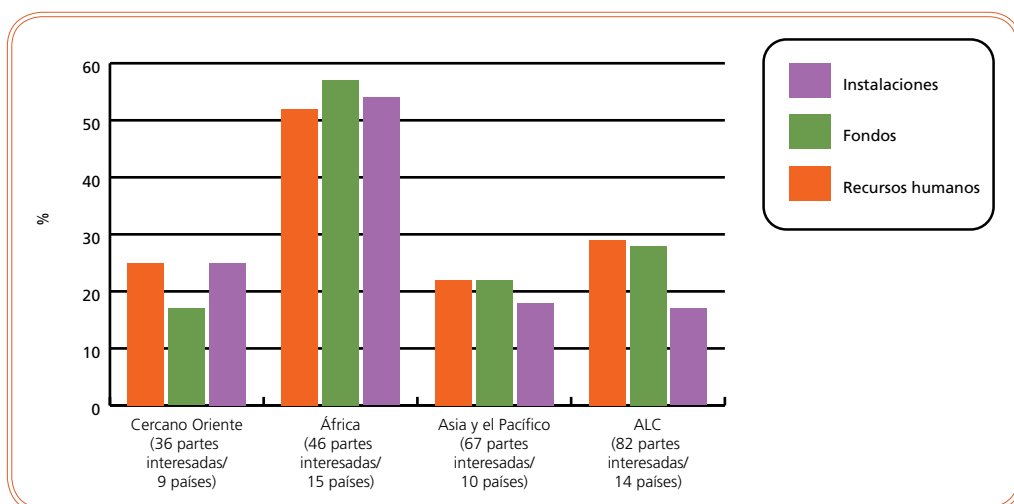
En la Figura 4.4 se resumen las principales limitaciones al fitomejoramiento, a partir de las bases de datos del NISM. Aunque los datos son solo indicativos y deben interpretarse con cuidado, las partes interesadas en todas las regiones informaron limitaciones de financiación, recursos humanos y, con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

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

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

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

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



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

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

Las técnicas biotecnológicas han evolucionado considerablemente durante los últimos diez años y su uso en el fitomejoramiento aumentó de modo concomitante en todo el mundo. Una evaluación reciente de marcadores moleculares en los países en desarrollo, por ejemplo, informó un aumento significativo en su uso.<sup>14</sup> Se registró una tendencia similar en la cantidad de biotecnólogos en los programas nacionales de fitomejoramiento<sup>15</sup>. La caracterización molecular del germoplasma también se ha extendido más entre regiones y cultivos, aunque aún resta mucho por hacer tanto para generar más datos como para mejorar su disponibilidad. El cultivo de tejidos y la micropropagación se han vuelto herramientas de rutina en muchos programas, especialmente para mejorar y producir materiales de siembra libres de enfermedades en cultivos de propagación vegetativa. En Congo, se usó la micropropagación para reproducir especies silvestres alimenticias amenazadas. Los métodos de cultivo de tejido, importantes por sí mismos, también son esenciales para la aplicación de la biotecnología moderna en el mejoramiento de cultivos. Son cada

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

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

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

## CAPÍTULO 4

### Recuadro 4.1

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

- El African Centre for Crop Improvement (ACCI),<sup>17</sup> establecido en 2004 por la Universidad de KwaZulu-Natal, fitomejoradores de África oriental y austral en métodos convencionales y biotecnológicos, con foco en los cultivos que son importantes para la seguridad alimentaria de los pobres. El ACCI tiene una red de 47 fitomejoradores y cosupervisores en 13 países. Un programa paralelo, el Centro del África Occidental para la Mejora de los Cultivos (WACCI),<sup>18</sup> fue establecido por la Universidad de Ghana para mejorar los cultivos que alimentan al pueblo de África occidental.
- Se ha lanzado un esquema en los Estados Unidos de América para detener la disminución de la inversión estatal en el fitomejoramiento. Está coordinado mediante un grupo de acción del Comité de coordinación de fitomejoramiento.<sup>19</sup>
- El GCP<sup>20</sup> es una iniciativa del GICAI que está orientada a crear cultivos mejorados para pequeños agricultores mediante asociaciones entre organizaciones de investigación. Se focaliza en el uso de biotecnología para contrarrestar los efectos de sequías, plagas, enfermedades y la baja fertilidad de la tierra mediante subprogramas sobre diversidad genética, genómica, mejoramiento, bioinformática y construcción de capacidad.
- El GIPB<sup>21</sup> es una asociación de múltiples partes interesadas de los sectores estatal y privado de países desarrollados. Está orientada a mejorar la capacidad de fitomejoramiento y los sistemas de entrega de semillas de los países en desarrollo y a mejorar la producción agrícola mediante el uso sostenible de los RFAA. Es una iniciativa basada en Internet y facilitada por la FAO, y brinda un portal principal para distribuir y compartir la información.

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

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

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

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

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

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

## 4.5 Cultivos y caracteres

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

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

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

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

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

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

## CAPÍTULO 4

### 4.6 Enfoques de fitomejoramiento para la utilización de los RFAA

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

#### 4.6.1 Preselección y ampliación de la base

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

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

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

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

#### 4.6.2 Participación y fitomejoramiento de los agricultores

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

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

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

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

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

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

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

En el Cercano Oriente, 10 de los 27 países que participaron en la consulta regional indicaron que usan enfoques de mejoramiento participativo para mejorar distintos cultivos. En el continente americano, el informe de la consulta regional de América Latina y el Caribe dice: "Las actividades de mejoramiento participativo al nivel de la finca se mencionan frecuentemente como prioridad, para agregar valor a los materiales locales y preservar la diversidad genética". Pueden encontrarse similares afirmaciones en los informes de varios países en Asia,<sup>25</sup> África<sup>26</sup> y Europa.<sup>27</sup>

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

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

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

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

## CAPÍTULO 4

## Recuadro 4.2

Mejoramiento de la granadilla (*Passiflora* spp.) usando recursos genéticos de afines silvestres<sup>a</sup>

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

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

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

<sup>a</sup>Información tomada del informe de país de Brasil.

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

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

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

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

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

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

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

## 4.7 Limitaciones para la mejor utilización de los RFAA

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

### 4.7.1 Recursos humanos

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

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

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

### 4.7.2 Financiación

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



## CAPÍTULO 4

### 4.7.3 Instalaciones

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

### 4.7.4 Cooperación y vínculos

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

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

### 4.7.5 Acceso y manejo de la información

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

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

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

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

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

## 4.8 Producción de semillas y material de siembra

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

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

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

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

## CAPÍTULO 4

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

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

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

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

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

La producción de semillas transgénicas aumentó durante los últimos diez años y el valor del mercado de semillas creció de 280 millones de USD en 1996 a más de 7 000 millones de USD en 2007.<sup>35</sup> En el último año se sembraron un total de 114,3 millones de hectáreas con cultivos modificados genéticamente, sobre todo soja, maíz, algodón y colza oleaginosa. Mientras que la tasa de aumento en la superficie de los cultivos modificados genéticamente está ralentizándose en los países desarrollados, sigue aumentando firmemente en el mundo en desarrollo. Sin embargo, aunque el número de países en los que se están probando cultivos modificados genéticamente crece con rapidez, la cantidad de países en los que hay superficies significativas de estos cultivos para el comercio sigue siendo limitada, principalmente Argentina, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América, India y Sudáfrica. Las variedades de cultivos modificados genéticamente se encontraron con una fuerte oposición del público en general y de la sociedad civil en muchos países europeos y otros, debido a las preocupaciones por su posible impacto sobre la salud humana y el medio ambiente. Esto condujo a la prohibición o a la adopción limitada de esta tecnología en muchos países. Sin embargo, hay signos de que en los últimos años algunas variedades de cultivos modificados genéticamente están comenzando a ser adoptadas en África, por ejemplo, de algodón modificado genéticamente en Burkina Faso. Las fundaciones filantrópicas también financian el desarrollo de cultivos transgénicos como la yuca para África.

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

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

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

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

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

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

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

## 4.9 Desafíos y oportunidades emergentes

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

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

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

## CAPÍTULO 4

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

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

Algunos países<sup>36</sup> describieron acciones realizadas para fomentar el turismo agrícola mediante, por ejemplo, el desarrollo de la agricultura de bajos insumos, parcelas demostrativas, huertos históricos, festivales de patrimonio y alimentos, y paisajes culturales. Dichas acciones están orientadas, entre otros fines, a que la tierra deje de usarse para la producción de cultivos alimentarios intensivos, a garantizar el futuro de las variedades de cultivos patrimoniales, a mantener ciertos niveles de biodiversidad agrícola, a reducir la contaminación y a apoyar la educación y la sensibilización pública. Además, varios informes de países<sup>37</sup> indicaron un interés creciente en

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

Varios informes de países resaltaron la importancia del mejoramiento para la resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades, salinidad, sequía, frío y calor, para mejorar la seguridad de los rendimientos y para reducir la necesidad de plaguicidas, disminuyendo así la contaminación y la pérdida de biodiversidad. Los cultivos que están modificados genéticamente para dichas resistencias y que ya se cultivan en varios países<sup>38</sup> también pueden contribuir a la agricultura sostenible al ayudar a reducir los requerimientos de agroquímicos. Sin embargo, su uso suele estar limitado por políticas y legislaciones en los países productores y/o importadores. El impacto negativo potencial de la utilización de cultivos modificados genéticamente sobre los RFAA, en especial en sus centros de origen y diversidad, ha sido en ocasiones objeto de intenso debate.

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

### 4.9.2 Especies infrautilizadas

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

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

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

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

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

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

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

### 4.9.3 Cultivos para biocombustible

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

## CAPÍTULO 4

para la agricultura<sup>41</sup> y podrían hacer una contribución importante a la reducción de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.

Los cultivos de biocombustible para su uso en centrales eléctricas fueron mencionados por Alemania y varios países europeos,<sup>42</sup> y los Estados Unidos de América<sup>43</sup> informaron sobre una serie de especies de plantas que se están mejorando para la producción de energía. Estas incluyen sauces, álamos, *Miscanthus* spp. y *Panicum virgatum*. Un grupo de países está investigando sistemas de algas de alta densidad para producir biodiesel y carburante,<sup>44</sup> aunque Nueva Zelanda no encontró ninguna aplicación útil en biocombustible para su colección de algas de agua dulce.

### 4.9.4 Salud y diversidad alimentaria<sup>45</sup>

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

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

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

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

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

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

#### 4.9.5 Cambio climático<sup>50, 51</sup>

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

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

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

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

#### 4.10 Aspectos culturales de los RFAA

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



## CAPÍTULO 4

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

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

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

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

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

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

## 4.12 Deficiencias y necesidades

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

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

## CAPÍTULO 4

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

## Bibliografía

- Algunos países interpretaron el término *colección de referencia* como la colección principal que existe para un cultivo determinado. Ver, por ejemplo, los informes de países de Egipto, Indonesia y Rumania.
- Informes de países: Brasil, China, Federación de Rusia y Malasia.
- Informes de países: Chile, Líbano, Pakistán y Tailandia.
- Disponible en [http://www.procisur.org.uy/online/regensur/documentos/libro\\_colecciones\\_nucleo1.pdf](http://www.procisur.org.uy/online/regensur/documentos/libro_colecciones_nucleo1.pdf).
- Disponible en <http://www.figstraitmine.org/index.php?dpage=11>.
- GIPB.** Disponible en <http://km.fao.org/gipb/>.
- Disponible en <http://km.fao.org/gipb/pbbbc/>.
- Guimaraes, E. P., Kueneman, E. y Paganini, M.** 2007. Assessment of the national plant breeding and associated biotechnology capacity around the world. *International Plant Breeding Symposium*. Honoring John W. Dudley (A supplement to *Crop Science*) pág. S262-S273.
- Op. cit. Nota al pie 8.
- Murphy, D.** 2007. *Plant breeding and biotechnology. Societal context and the future of agriculture*. Capítulo 9, Decline of the public sector. Reino Unido. Cambridge University Press.
- Comunicación con consultores nacionales responsables de los estudios de la GIPB.
- Disponible en [www.cuke.hort.ncsu.edu](http://www.cuke.hort.ncsu.edu).
- La situación de los recursos fitogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura.* 1998. FAO, Roma.
- Sonnino, A., Carena, M.J., Guimaraes, E.P., Baumung, R., Pilling, D. y Rischkowsky, B.** 2007. *An assessment of the use of molecular markers in developing countries.* FAO, Roma.
- Resúmenes informativos por país de la GIPB. Disponible en <http://km.fao.org/gipb/pbbbc/>.
- Op. cit. Nota al pie 8.
- Disponible en [www.acci.org.za](http://www.acci.org.za).
- Disponible en [www.wacci.edu.gh](http://www.wacci.edu.gh).
- Disponible en <http://cuke.hort.ncsu.edu/gpb/>.
- Disponible en [www.generationcp.org/](http://www.generationcp.org/).
- Op. cit. Nota al pie 6.
- Disponible en [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org).
- FAOSTAT.** Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- Disponible en <http://www.globalrust.org/>.
- Informe de país: Filipinas.
- Informe de país: República Unida de Tanzania.
- Informe de país: Portugal.
- Almekinders, C. y Hardon, J.** (redactores). 2006. Bringing Farmers Back Into Breeding: Experiences with Participatory Plant Breeding and Challenges for Institutionalization. *Agromisa Special*, 5, Agromisa, Wageningen, Países Bajos. pág 140.
- Disponible en <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:162:0013:0019:EN:PDF>.
- Op. cit. Nota al pie 10.

- <sup>31</sup> Base de datos del PBBC y, por ejemplo, el informe de país de Tayikistán.
- <sup>32</sup> Informe de país: Portugal.
- <sup>33</sup> Información de la síntesis regional del Cercano Oriente y de África del norte.
- <sup>34</sup> **Louwaars, N.** 2008. Estudio temático sobre *Seed systems and PGRFA*. A contribution to the SoWPGR-2 (disponible en el CD adjunto a esta publicación).
- <sup>35</sup> Op. cit. Nota al pie 34.
- <sup>36</sup> Informes de países: Finlandia, Ghana, Grecia, Jamaica, Líbano y Noruega.
- <sup>37</sup> Informes de países: Filipinas, Grecia, Países Bajos, Polonia y Portugal.
- <sup>38</sup> Disponible en [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org).
- <sup>39</sup> 'Crops for the Future' nació en 2008 luego de la fusión de la Unidad de Facilitación Global para Especies Infrutilizadas y el Centro Internacional de Cultivos Infrutilizados. Disponible en <http://www.cropsforthefuture.org/>.
- <sup>40</sup> **Bourne, J. K.** 2007. Biofuels, *National Geographic*, octubre de 2007, 212: 38-59.
- <sup>41</sup> Op. cit. Nota al pie 40.
- <sup>42</sup> Disponible en [www.rothamsted.ac.uk](http://www.rothamsted.ac.uk).
- <sup>43</sup> Disponible en [www.usda.gov](http://www.usda.gov).
- <sup>44</sup> Op. cit. Nota al pie 40.
- <sup>45</sup> Varios puntos informativos de esta sección se registraron en: **Burlingame, B. y Mouille, B.** 2008. Estudio temático sobre *The contribution of plant genetic resources to health and dietary diversity*. A contribution to the SoWPGR-2 (disponible en el CD adjunto a esta publicación).
- <sup>46</sup> **Somado, E. A., Guei, R. G. y Keya, S. O.** 2008. Unit 2 - NERICA nutritional quality: protein and amino acid content. En: NERICA: the New Rice for Africa - a Compendium. WARD. pág. 118-119.
- <sup>47</sup> Op. cit. Nota al pie 45.
- <sup>48</sup> Disponible en [www.harvestplus.org](http://www.harvestplus.org).
- <sup>49</sup> Disponible en [www.gcgh.org](http://www.gcgh.org).
- <sup>50</sup> **Lobell, D. L., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P. y Naylor, R.** 2008. Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science*, 319: 607-611.
- <sup>51</sup> Gran parte de esta información proviene de: **Jarvis, A., Upadhyaya, H., Gowda, C.L.L., Aggerwal, P.K. y Fujisaka, S.** 2008. Estudio temático sobre *Climate change and its effect on conservation and use of plant genetic resources for food and agriculture and associated biodiversity for food security*. A contribution to the SoWPGR-2.
- <sup>52</sup> SGSV First Anniversary Seminar. Febrero, 2009. Disponible en [http://www.regjeringen.no/upload/LMD/kampanjeSvalbard/Vedlegg/Svalbard\\_Statement\\_270208.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/LMD/kampanjeSvalbard/Vedlegg/Svalbard_Statement_270208.pdf).
- <sup>53</sup> Op. cit. Notas al pie 51 y 52.
- <sup>54</sup> Disponible en [www.potato2008.org/](http://www.potato2008.org/).