



Capítulo 3

El estado de la
conservación *ex situ*

3.1 Introducción

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

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

3.2 Visión general de los bancos de genes

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

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

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

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

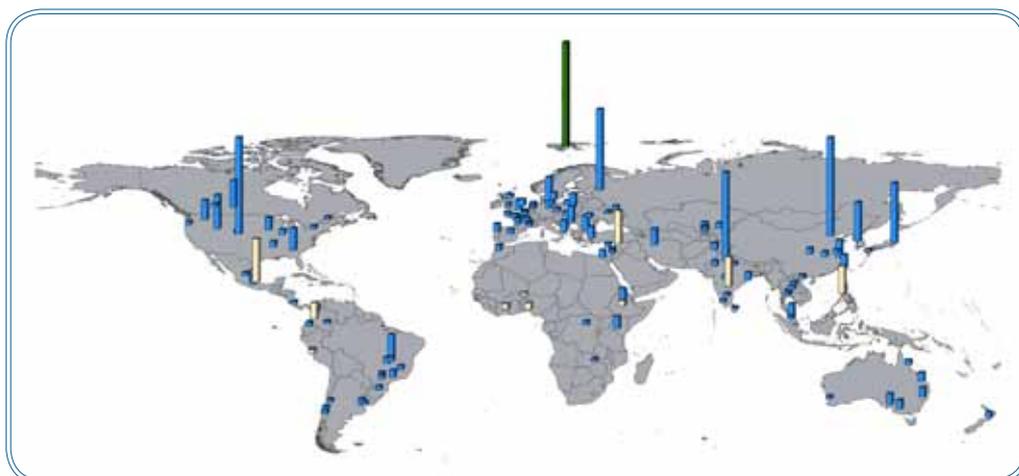
La distribución geográfica de las muestras almacenadas en los bancos de genes y de las muestras de seguridad en el Depósito Mundial de Semillas de Svalbard (SGSV) se resume en la Figura 3.1 y el Cuadro 3.1.

3.3 Recolección

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

CAPÍTULO 3

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



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

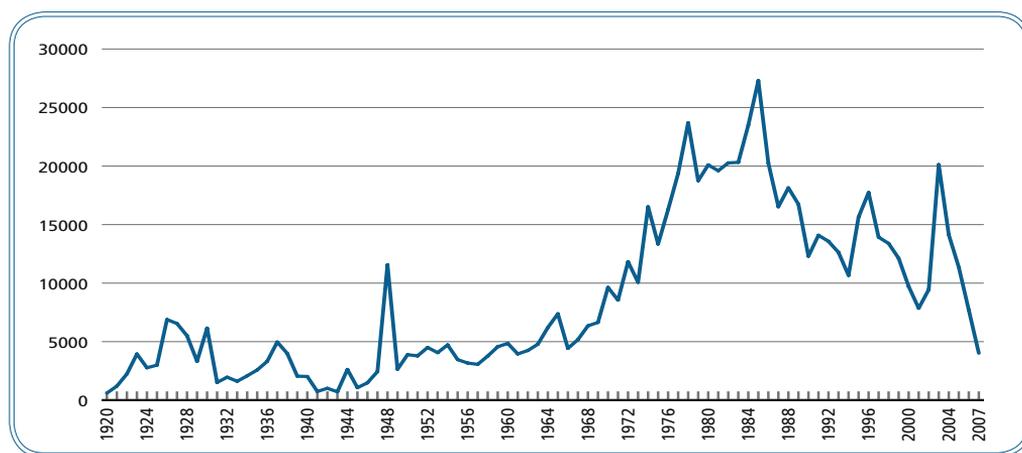
CUADRO 3.1
Distribución regional y subregional de las muestras almacenadas en los bancos nacionales de genes (se excluyen los bancos de genes internacionales y regionales)

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

Fuente: WIEWS 2009 e informes de países.

FIGURA 3.2

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



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

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

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

3.3.1 Situación de las regiones

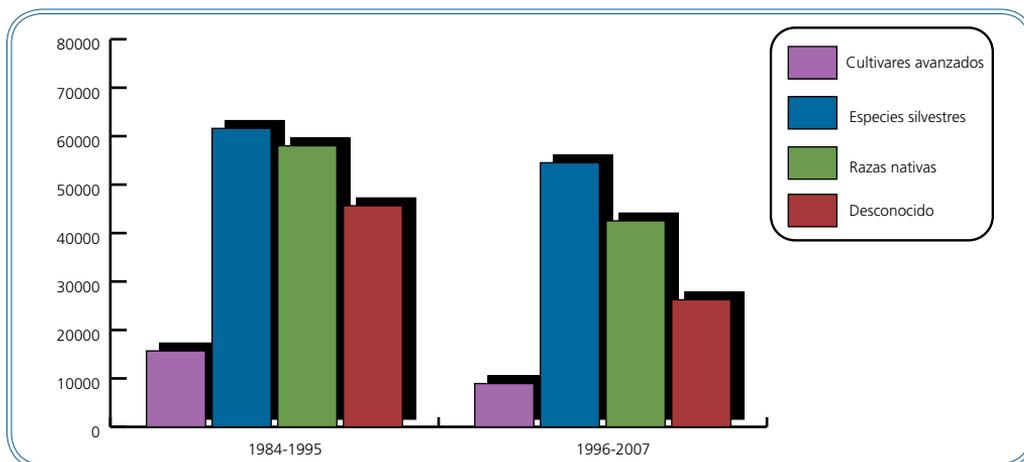
La mayor parte de las misiones de recolección durante los últimos diez años se ha desarrollado dentro de los países, y se ha dirigido principalmente a cubrir las deficiencias en las colecciones o a recolectar germoplasma perdido durante la conservación *ex situ*. En virtud de los cambios relativos a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

África

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

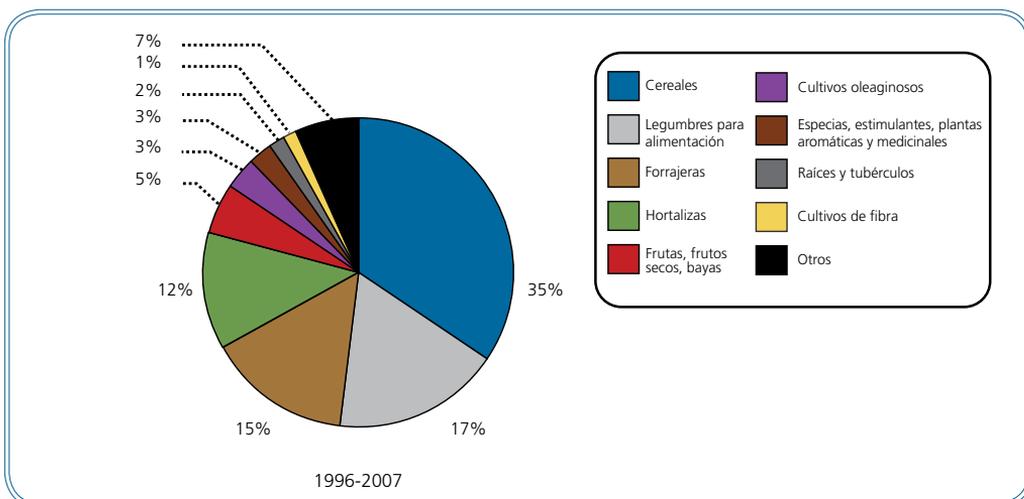
CAPÍTULO 3

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



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

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



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

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

América

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

Asia y el Pacífico

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

CAPÍTULO 3

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

3.4 Tipos y estado de las colecciones

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

3.4.1 Bancos internacionales y nacionales de genes

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

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

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

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

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

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

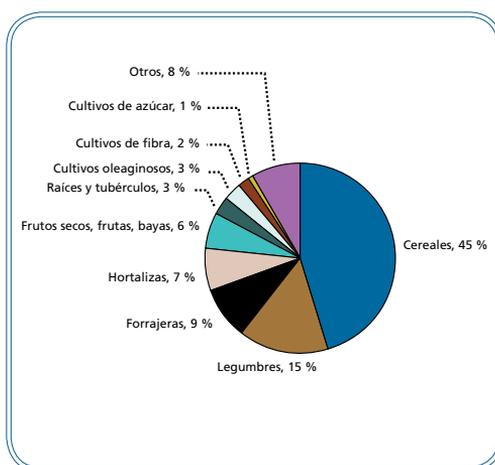
en bancos de genes a nivel local y nacional. Albergan una amplia gama de distintos tipos de colecciones: colecciones nacionales conservadas a largo plazo, colecciones de trabajo mantenidas a mediano o corto plazo, colecciones de material genético y otras. Los cuatro bancos nacionales de genes más importantes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

3.4.2 Cobertura de las especies cultivadas

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

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

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



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

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

CAPÍTULO 3

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

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

3.4.2.1 Cultivos principales

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

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

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

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

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

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

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

3.4.2.2 Cultivos secundarios y afines silvestres

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

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

3.4.3 Tipos de material almacenado

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

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

3.4.4 Fuente de material en los bancos de genes

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

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

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.2

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

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

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

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

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.2 (continuación)

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

Género (cultivo)	Muestras totales en el mundo	Escala de los principales titulares			
		1	%	2	%
<i>Manihot</i> (yuca)	32 442	CIAT	17	CNPMF (BRA004)	9
<i>Dactylis</i> (gramíneas)	31 394	BYDG (POL022)	19	NIAS (JPN019)	9
<i>Coffea</i> (café)	30 307	IRCC/CIRAD (CIV011)	22	IAC (BRA006)	14
<i>Mangifera</i> (mango)	25 659	AYR DPI (AUS088)	73	CISH (IND045)	3
<i>Beta</i> (remolacha)	22 346	W6 (USA022)	11	IPK (DEU146)	10
<i>Elaeis</i> (palmera oleaginosa)	21 103	INERA (COD003)	84	MPOB (MYS104)	7
<i>Panicum</i> (mijo)	17 633	NIAS (JPN003)	33	KARI-NGBK (KEN015)	13
<i>Chenopodium</i> (quinua)	16 263	BNGGA-PROINPA (BOL138)	27	INIA-EEA.ILL (PER014)	9
<i>Dioscorea</i> (ñame)	15 903	IITA	21	UNCI (CIV006)	10
<i>Musa</i> (banana)	13 486	INIBAP	9	Cirad (FRA014)	4
<i>Theobroma</i> (cacao)	12 373	ICGT	19	CRIG (GHA005)	8
<i>Eragrostis</i> (mijo)	8 820	IBC (ETH085)	54	W6 (USA022)	15
<i>Colocasia</i> (colocasia)	7 302	WLMP (PNG006)	12	RGC (FIJ049)	12
<i>Phaseolus</i> (frijol)	4 217	DOA (PNG005)	11	DGCB-UM (MYS009)	10
<i>Corylus</i> (nuez)	2 998	COR (USA026)	28	AARI (TUR001)	14
<i>Olea</i> (aceituna)	2 629	CRA-OLI (ITA401)	17	CIFACOR (ESP046)	12
<i>Bactris</i> (pijuayo)	2 593	UCR-BIO (CRI016)	31	CATIE	24
<i>Pistacia</i> (pistacho)	1 168	NPGBI-SPII (IRN029)	29	DAV (USA028)	26

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

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

CAPÍTULO 3

CUADRO 3.3

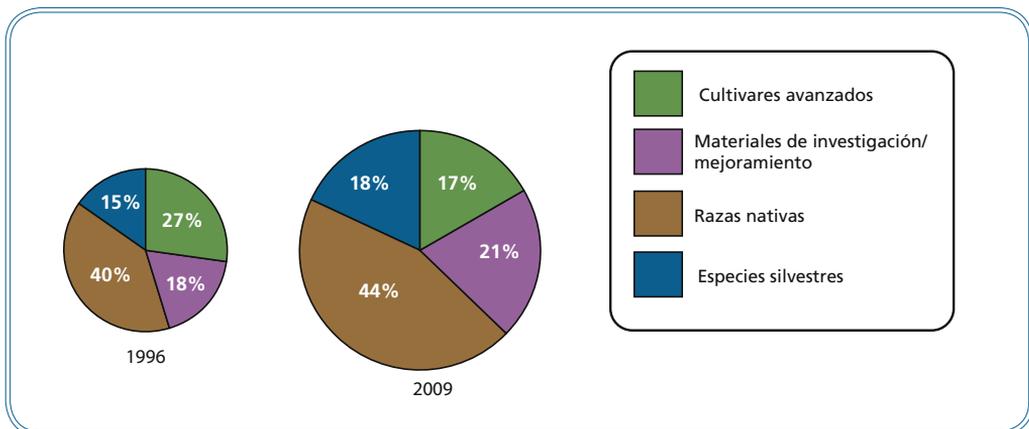
Existencias de germoplasma globales en términos del tipo de muestra (porcentaje medio) para grupos de cultivos incluidos en el Apéndice 2

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

Fuente: WIEWS 2009.

FIGURA 3.6

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



Fuente: WIEWS 1996 y 2009.

CUADRO 3.4

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO 3

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

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

3.4.5 Deficiencias en la cobertura de las colecciones

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5 Instalaciones de almacenamiento

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

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

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

CAPÍTULO 3

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

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

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

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

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

África

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

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

Asia y el Pacífico

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

América

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

CAPÍTULO 3

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

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

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

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

Bancos de genes de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola

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

3.6 Seguridad del material almacenado

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

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

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

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

CAPÍTULO 3

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

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

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

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

África

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

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

América

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

Asia y el Pacífico

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

3.7 Regeneración

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

África

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

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

América

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

CAPÍTULO 3

Asia y el Pacífico

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

Europa

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

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

Cercano Oriente

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

3.8 Documentación y caracterización

3.8.1 Documentación

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

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

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

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

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

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

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

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

África

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

América

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

CAPÍTULO 3

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

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

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

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

Asia y el Pacífico

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

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

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

3.8.2 Caracterización

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

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

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

África

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

CAPÍTULO 3

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

América

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

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

Asia y el Pacífico

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

CUADRO 3.6

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO 3

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

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

3.9 Transferencia de germoplasma

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

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

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

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

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

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

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

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

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

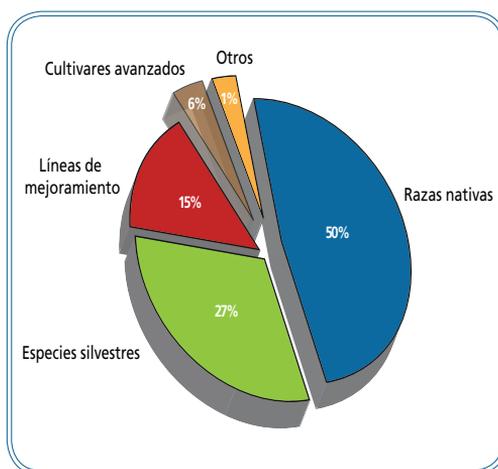
África

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

Asia y el Pacífico

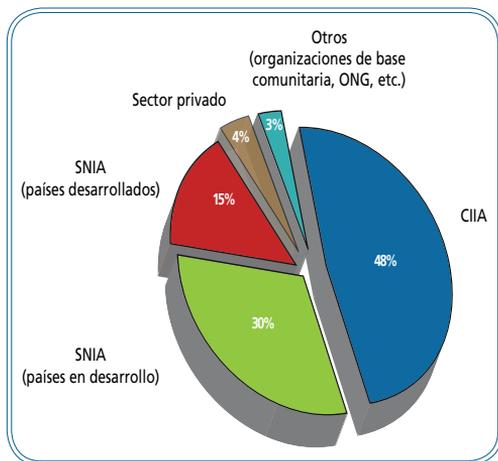
También se registró escasa información detallada sobre la transferencia de germoplasma en Asia; sin embargo,

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



Fuente: GCIAI, SGRP 2008.

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



Fuente: GCIAI, SGRP 2008.

CAPÍTULO 3

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

Europa

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

Cercano Oriente

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

3.10 Jardines botánicos

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

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

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

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

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

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

3.10.1 Instalaciones, estadísticas y ejemplos de conservación

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

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

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

3.10.2 Documentación e intercambio de germoplasma

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

CAPÍTULO 3

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

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

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

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

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

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

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

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

3.12 Deficiencias y necesidades

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

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

de los recursos necesarios para mantener niveles adecuados de viabilidad.

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

Bibliografía

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

CAPÍTULO 3

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

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