

Sostenibilidad de la diversidad y del intercambio de cultivos Nuevos mecanismos para asegurar el futuro del desarrollo agrícola¹

Emile Frison²; Cary Fowler³;
Laura Snook⁴

Durante las últimas décadas se han colectado miles de muestras de variedades agrícolas y se han guardado en bancos genéticos alrededor del mundo. Para investigadores y fitomejoradores, estas colecciones de recursos fitogenéticos representan un seguro de vida contra la pérdida de diversidad, ya que les permiten desarrollar nuevas variedades que pueden salvar de la pérdida de cosechas y del hambre a los agricultores en áreas con pocos recursos.



Foto: A. Sanchez/CIMMYT.

¹ Este texto expresa la opinión de sus autores y no refleja, necesariamente, el punto de vista de Bioversity International y el Fondo Internacional para la Diversidad de Cultivos.

² Bioversity International, Via dei Tre Denari, 472/a, Rome 00057, Italy. Correo electrónico: e.frison@cgiar.org

³ Global Crop Diversity Trust, c/o FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy. Correo electrónico: cary.fowler@fao.org

⁴ Bioversity International, Via dei Tre Denari, 472/a, Rome 00057, Italy. Correo electrónico: l.snook@cgiar.org

Resumen

La diversidad de especies cultivadas para la agricultura y la alimentación es uno de los recursos principales para aumentar la producción de alimentos. En combinación con el uso de mayores cantidades de agua, pesticidas y fertilizantes, el desarrollo de nuevas variedades a partir de las ya existentes impulsó la “Revolución Verde” que incrementó sustancialmente los rendimientos en décadas pasadas. Sin embargo, los productores de tierras marginales con serias dificultades para incrementar el uso de insumos adicionales, todavía requieren de soluciones para reducir la vulnerabilidad de sus cultivos ante sequías, inundaciones, plagas y enfermedades, y para aumentar su producción. Sus necesidades podrían satisfacerse si recurriéramos de nuevo a la diversidad de cultivos para tratar de encontrar diferentes combinaciones de rasgos deseables. Desafortunadamente, la recolección e intercambio de recursos genéticos para la agricultura y la alimentación ha sido restringida, en años recientes, por barreras derivadas del ejercicio de derechos soberanos sobre plantas que antes se consideraban herencia de la humanidad. El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (el Tratado) entró en vigencia en el 2004, para salvaguardar el acceso a dichos recursos. Al mismo tiempo, se creó el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos, para apoyar la conservación y la disponibilidad de la diversidad agrícola en bancos genéticos alrededor del mundo. En América Latina hay seis redes que trabajan con recursos fitogenéticos para tratar de asegurar la disponibilidad y uso futuros de tales recursos. El objetivo de esos esfuerzos es alcanzar el objetivo de Desarrollo del Milenio relacionado con la erradicación del hambre y la pobreza mediante la intensificación de la agricultura diversificada.

Palabras claves: Recursos genéticos; reservas genéticas; conservación de los recursos; banco de genes; redes de investigación; seguridad alimentaria; acuerdos internacionales.

Summary

Sustaining plant diversity and exchange: New mechanisms to ensure the future of agricultural development. The diversity within crop species (PGRFA) is a principal resource for increasing food production. In combination with increased inputs of water, pesticides and fertilizers, the breeding of new varieties from existing ones fuelled the “Green Revolution”, which led to huge increases in yields in past decades. However, farmers on marginal lands, for whom the addition of inputs is not feasible, still need solutions to reduce the vulnerability of their crops to drought, flooding, pests and diseases, and increase their production. Their needs can be met by tapping again into the diversity of crops, seeking a different mix of traits. Unfortunately, collection and exchange of PGRFA has been hampered in recent years by barriers resulting from the overlaying of sovereign rights over plants that had previously been considered the heritage of humankind. The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) came into force in 2004 to safeguard access to those resources. At the same time, The Global Crop Diversity Trust was established to support the long-term conservation and availability of crop diversity in genebanks around the world. Six plant genetic resources networks in Latin America are working together to develop ways of ensuring the future availability and use of PGRFA, in order to address, through diversity-based agricultural intensification, the Millennium Development goal of eradicating hunger and poverty.

Keywords: Genetic resources; genetic reserves; resources conservation; gene banks; investigation networks; food security; international agreements.

Recursos fitogenéticos: base para el desarrollo agrícola

El primero de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio - pactados por los líderes mundiales en la Cumbre del Milenio patrocinada por las Naciones Unidas en New York en setiembre 2000 - es erradicar el hambre y la pobreza; la meta es reducir a la mitad, para el 2015, la proporción de gente que vive bajo estas condiciones. Para lograr este objetivo para una población que continúa creciendo rápidamente, particularmente en los países en desarrollo, es necesario incrementar el rendimiento y la calidad (por ejemplo, el valor nutricional) de los cultivos. El incremento del rendimiento agrícola, en especial en áreas agrícolas marginales donde vive la mayor parte de la población en situación de pobreza, depende de que se mejoren las variedades de cultivos para hacerlas más resistentes a la sequía, salinidad, plagas y enfermedades. La diversidad genética de los cultivos es la base para el mejoramiento; por ello, la conservación e intercambio de la diversidad es crucial para enfrentar el hambre. Según Rose (2003), la diversidad entre y dentro de las especies vegetales usadas como alimento se conoce como 'recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura' (RFAA). Esta diversidad es producto de miles de años de cruzamientos espontáneos o dirigidos, y ha generado miles de variedades de arroz (*Oryza sativa*), trigo (*Triticum* spp.), maíz (*Zea mays*), frijoles (*Phaseolus vulgaris* spp.), tomates (*Solanum lycopersicum*), papas (*Solanum tuberosum*) y otros cultivos adaptados a diferentes condiciones de suelo y clima, con características nutricionales, gustos, colores y texturas ajustadas a las preferencias de la gente que las cultiva y consume.

El intercambio de plantas ha tenido lugar durante milenios. Una de las revoluciones más dramáticas de la agricultura fue el llamado "Intercambio de Colón", que resul-

tó de la llegada de los europeos a América. El intercambio de diversidad entre América y el Viejo Mundo provocó una expansión significativa de la producción de alimentos en ambos hemisferios. América recibió el trigo, así como ganado, caballos, ovejas, cabras, cerdos y gallinas, lo cual permitió el cultivo de granos en tierras altas inapropiadas para el maíz, y la producción de carne en las extensas pasturas nativas. Otras introducciones importantes del Viejo Mundo fueron la caña de azúcar (*Saccharum*), el banano (*Musa* spp.), la manzana (*Malus domestica*), la naranja (*Citrus sinensis*), la uva (*Vitis* spp.) y el café (*Coffea* spp.). Asimismo, el Viejo Mundo se benefició con la introducción del maíz y la yuca (*Manihot esculenta*) - dos de los productos de primera necesidad en África actualmente; la papa, que provocó un aumento inusitado de la población en Irlanda, donde podía cultivarse en las extensiones de suelos fríos y pesados inapropiados para el trigo; el maní (*Arachis hypogaea*), tomate, el aguacate (*Persea americana*) y el chile (*Capsicum* spp.), entre otros cultivos. La diseminación de estos cultivos en el mundo provocó el surgimiento de nuevas variedades, como la papa blanca, desarrollada en Europa a partir de variedades andinas y luego introducida a América del Norte; y el tomate rojo, producido en Europa a partir del tomate verde nativo de Mesoamérica y luego reintroducido en América (Crosby 1972).

La recolección deliberada y la selección y cruzamiento de plantas para producir nuevas variedades, más productivas o mejor adaptadas, se fue haciendo cada vez más sistemática hasta provocar, en el siglo XX, la segunda gran revolución agrícola: "la Revolución Verde". Este esfuerzo para producir variedades de alto rendimiento de cultivos de primera necesidad para alimentar a la creciente población de los países en desarrollo, se llevó a cabo entre una red de cen-

tros internacionales de investigación agrícola, inicialmente apoyados por las Fundaciones Ford y Rockefeller y actualmente apoyados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés). Sus investigaciones y la puesta a disposición de las nuevas variedades provocaron que la producción de cereales se duplicara entre 1961 y 1985, y que aumentara el consumo calórico en un 25% en los países en desarrollo (Conway 1998). Desde 1960, el aumento de los rendimientos por hectárea explica el 92% del incremento en la producción mundial de cereales (World Bank 1992; Fig. 1).

Como resultado del intercambio de plantas y cruzamiento deliberado de variedades para fomentar características deseables en los cultivos, todos los países son interdependientes. Ninguna región ni país es autosuficiente cuando se trata de recursos fitogenéticos. Un estudio reciente encontró que todas las regiones son dependientes de RFAA de otros países; la mayoría de ellos en más del 50% de su producción. Ningún país es ni medianamente autosuficiente en la producción de su alimento en base a recursos genéticos de su propio territorio (Palacios 1998). Esta interdependencia se ilustra gráficamente en un número de estudios que muestran el flujo internacional de recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación, y en el pedigrí de las variedades de los principales cultivos alimenticios (SGRP 2006; también Debouck et ál. pág. 46 y Vezina, pág. 72 en este mismo número). Por ejemplo, el cultivar de trigo Sonalika, plantado en más de 6 millones de hectáreas en países en vías de desarrollo, tiene en su pedigrí materiales provenientes de más de 15 países. Este ejemplo no es la excepción. La mayoría de los trigos de primavera plantados en más de 0,25 millones de hectáreas en países en desarrollo en 1997 tenían en promedio 50 diferentes combinaciones parentales (Cassaday et ál. 2001).

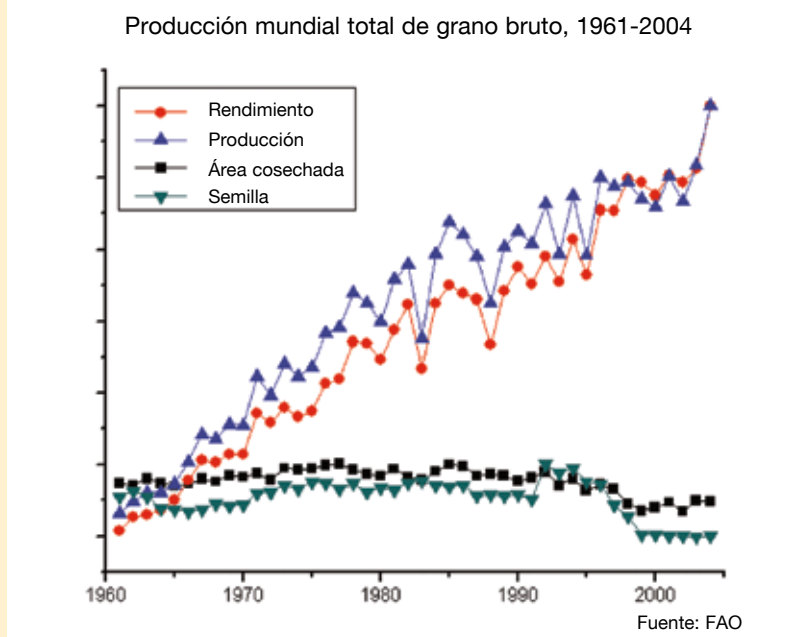


Figura 1. Aumento de los rendimientos en comparación con el aumento de área cultivada y semilla sembrada

El aumento de la productividad como resultado de la adopción de variedades producidas por la “Revolución Verde” tuvo que ver también con el incremento en el uso de insumos como fertilizantes, pesticidas e irrigación. Los campesinos más pobres en tierras marginales no tienen opciones para usar más insumos. Por ello, para cumplir con el objetivo de reducir a la mitad el número de personas desnutridas en el mundo, se necesita un nuevo enfoque que tome en cuenta, además de la biología de las plantas, nuestro mayor conocimiento de la ecología, del manejo de los recursos naturales, de sistemas de cultivo y de las formas de vida agrícolas. Este nuevo enfoque debe tratar de intensificar la agricultura y hacerla más productiva sin simplificar los sistemas agrícolas, de manera que no se comprometa la provisión de servicios ambientales, como el ciclo biológico de nutrientes y la resiliencia a las plagas, enfermedades y la sequía, los cuales, al simplificar los sistemas, deban ser reemplazados por insumos como ferti-

lizantes, pesticidas e irrigación, como ha ocurrido con la intensificación agrícola. Tal esfuerzo no solo servirá para satisfacer las necesidades de los productores más pobres, sino que también ayudará a prepararse para un mundo en el que escaseará el agua y los combustibles fósiles usados para producir insumos agrícolas, y aumentará la frecuencia proyectada de sequías, inundaciones, plagas y enfermedades como consecuencia del cambio climático. La intensificación de la agricultura así planteada pasa por un mejor conocimiento del manejo de los agroecosistemas en las fincas y campos de cultivo (o *in situ*) por los agricultores, ya que estos manipulan, deliberada o accidentalmente, una variedad de poblaciones vegetales entre las cuales se incluyen los cultivos agrícolas. Los agricultores manejan los suelos, malezas y cultivos de manera conjunta, lo cual favorece los procesos dinámicos de coevolución.

Un uso más integral de la diversidad biológica exige un mayor conocimiento de los procesos ecológicos a

nivel de campo, así como una mayor capacidad para integrar los mejoramientos genéticos a nivel del cultivo. Por ejemplo, se ha demostrado que el cultivo de mezclas de variedades tradicionales y mejoradas reduce la susceptibilidad a plagas y enfermedades, con lo que se incrementan los rendimientos, simplemente porque la densidad de una variedad dada es baja y, entonces, los patógenos no pueden dispersarse ni fortalecerse tan fácilmente (Zhu et ál. 2000). La variación y diversidad de un recurso fitogenético, incluyendo sus parientes silvestres, pueden seleccionarse y combinarse para ampliar la base genética de los cultivos para reducir su vulnerabilidad potencial y promover el desarrollo de rasgos específicos. Los parientes silvestres de los cultivos, los cuales han coexistido con plagas y enfermedades y se han adaptado a cambios ambientales como la salinidad y la sequía, pueden cruzarse con los cultivos para mejorar su resistencia a las amenazas bióticas y abióticas.

La diversidad de la reserva genética de cultivos está disminuyendo. Durante milenios, los agricultores han desarrollado miles de variedades –conocidas como “landraces” en inglés, y denominadas variedades locales, indígenas o criollas en español – seleccionándolas estación tras estación por sus características deseables, sin embargo, cuando adoptan variedades mejoradas de alto rendimiento por lo general abandonan las variedades tradicionales. Al mismo tiempo, la diversidad de los parientes silvestres de los cultivos está decreciendo, ya que los hábitats que tradicionalmente ocuparon se han degradado o convertido. Es necesario, entonces, hacer esfuerzos para fomentar la protección de las variedades en los propios campos de cultivo y proteger los hábitats y las poblaciones de parientes silvestres. Afortunadamente, hay otras fuentes de donde se puede aprovechar la diversidad. Durante las últimas déca-

das se han colectado miles de muestras de variedades agrícolas y se han guardado en bancos genéticos alrededor del mundo. Para investigadores y fitomejoradores, estas colecciones de RFAA representan un seguro de vida contra la pérdida de diversidad, ya que les permiten desarrollar nuevas variedades que pueden salvar de la pérdida de cosechas y del hambre a los agricultores en áreas con pocos recursos.

Los RFAA y los bancos genéticos del mundo

Como material reproductivo de valor actual o potencial, los RFAA aportan el material necesario para desarrollar nuevas variedades (Moore y Tymowski 2005). En su mayor parte, los RFAA son una forma de diversidad seleccionada, cultivada y desarrollada por el ser humano desde épocas tan antiguas como el Neolítico. La mayoría de estos recursos requieren un manejo y mantenimiento continuo para sobrevivir (Cuadro 1). Hoy en día, los productores todavía conservan y manejan *in situ*, en sus fincas, una amplia variedad de plantas cultivadas y sus parientes silvestres. Estos RFAA aportan el material básico usado en el desarrollo de características esenciales para la producción agrícola, tales como la resistencia a plagas y enfermedades. Los agricultores y fitomejoradores usan estos recursos para, mediante el cruzamiento, mantener el rendimiento y la calidad de un cultivo.

Los RFAA pueden obtenerse de fuentes autóctonas (la propia finca o reservas de semillas locales, por ejemplo), de colecciones *ex situ*, como bancos genéticos que conservan semillas vivas o material vegetativo reproductivo, o de bancos genéticos en el campo o jardines botánicos, donde se mantienen plantas enteras como fuentes de semillas. Este es el método

más importante para la conservación de especies que no retienen las características productivas de sus padres (p.e., los árboles frutales), o aquellas cuyas semillas no toleran el secado o enfriamiento empleado en la conservación de granos –no obstante, se están desarrollando técnicas de criopreservación (almacenamiento de semillas o embriones a muy bajas temperaturas) como una alternativa para un cierto número de especies (Fowler y Hodgkin 2004). Los investigadores y fitomejoradores por lo general obtienen sus recursos de los bancos genéticos y jardines botánicos. Hay aproximadamente 1500 bancos genéticos en el mundo, los cuales albergan 6,5 millones de muestras, el 83% de las cuales se encuentran en bancos genéticos gubernamentales (Global Crop Diversity Trust 2007a). De esas muestras, entre 1-2 millones son distintas; es evidente, entonces, que hay gran duplicación de algunas muestras, mientras que de otras no hay duplicados suficientes como para garantizar la disponibilidad en caso de que la muestra original pierda viabilidad o integridad genética. Aproximadamente el

33% de los recursos genéticos de cultivos (en términos de muestras existentes) están almacenados en 15 bancos genéticos nacionales. Los centros internacionales de investigación agrícola del CGIAR mantienen en sus 11 bancos genéticos casi 650.000 accesiones, el 11% de las muestras del germoplasma mundial. Estas incluyen aproximadamente el 40% de muestras únicas obtenidas en colecciones originales de acervos genéticos (Thomson et ál. 2004).

Derechos de acceso e intercambio de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Tratado

Hasta fines del siglo XX, la riqueza de plantas mejoradas y seleccionadas por los productores del mundo se consideraba, y así lo establecía la ley internacional, como “una herencia común de la humanidad que hay que conservar” y que deben “estar libremente disponibles para su utilización, en beneficio de las generaciones presentes y futuras”⁴. Por ejemplo, en respuesta a la hambruna vivida en Irlanda en el siglo XIX, cuando la

Cuadro 1.
Diferencias entre RFAA (agricultura/biodiversidad de cultivos) y recursos fitogenéticos silvestres

RFAA	Recursos fitogenéticos silvestres
<ul style="list-style-type: none"> Son valiosos por su diversidad dentro de la misma especie Esencialmente, son producto de la selección humana; dependen de los agricultores para su supervivencia 	<ul style="list-style-type: none"> La diversidad entre las especies es el principal interés Son producto de la selección natural; sobreviven por sí mismos
<ul style="list-style-type: none"> La diversidad de RFAA se concentra alrededor de su lugar de origen; diversidad de plantas cultivadas y sus parientes silvestres 	<ul style="list-style-type: none"> La distribución de recursos fitogenéticos silvestres no depende de la actividad humana (aunque sí son afectados y desplazados por el hombre)
<ul style="list-style-type: none"> La evolución de los cultivos y el crecimiento de su diversidad genética se debe al intercambio de semilla entre agricultores y el cruce con material exótico para mantener/aumentar la productividad 	<ul style="list-style-type: none"> La evolución del recurso fitogenético silvestre depende de las fuerzas naturales de selección
<ul style="list-style-type: none"> Se requiere el acceso global para el desarrollo agrícola continuo 	<ul style="list-style-type: none"> El acceso global al recurso fitogenético silvestre y especies de uso económico potencial, incluyendo el uso farmacéutico potencial, es un tema en discusión

Fuente: adaptado de Fowler y Hodgkin (2004) y Dhillon et ál. (2004)

⁴ Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Anexo I - Resolución 4/89: Interpretación concertada del Compromiso Internacional. p. 6. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/ii/iutextS.pdf> (consultado el 30 mayo 2007).

producción de papa fue destruida por una plaga, el material genético que se utilizó para desarrollar la resistencia a la enfermedad en las papas irlandesas se obtuvo de los centros de origen de la papa en Suramérica (Moore y Tymowski 2005). En ese mismo siglo, el banano introducido en América tropical fue atacado por un hongo (*Fusarium wilt*, comúnmente llamado el mal de Panamá). En las colecciones del sureste asiático se buscó el material genético para dar resistencia al cultivo contra ese mal que amenazaba la producción de banano (Vezina, pág. 72 en este mismo número).

Después de miles de años de intercambio libre de plantas entre los pueblos, el intercambio de recursos fitogenéticos sufrió grandes cambios a partir de la última década del siglo XX. El desarrollo de la biotecnología y la aplicación de los derechos de propiedad intelectual a los materiales biológicos produjeron cambios significativos en los modos de obtención y uso de los RFAA (Falcon y Fowler 2002). La Resolución 3/91 de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CRGAA) modificó el principio de “herencia común” establecido por el Compromiso Internacional; a partir de dicha resolución se entiende que “el concepto de herencia de la humanidad, tal como se aplica en el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, está sujeto a la soberanía absoluta de los Estados sobre sus recursos fitogenéticos”⁵ Al año siguiente se firmó en la Cumbre de la Tierra (Río 1992) el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el cual establecía tres objetivos: “la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos ...”⁶. El CDB entró en vigencia

en 1993 y hoy en día cuenta con 190 Estados Partes. Esto reafirmó la soberanía de los estados geopolíticos sobre la diversidad existente dentro de sus territorios. De acuerdo con el CDB, las Partes Contratantes deben facilitar el acceso al germoplasma mediante convenios bilaterales.

Los esfuerzos para implementar el CDB pasan por acciones nacionales a nivel legislativo, administrativo y político; esto ha tomado más tiempo del esperado y ha generado incertidumbre, confusión y conflictos en cuanto al acceso y uso de los RFAA (Fowler 2004). En consecuencia, el intercambio de estos recursos entre países se ha visto seriamente afectado y la recolección de plantas ha disminuido drásticamente. La tasa de recolección en los centros del CGIAR disminuyó en 94% entre 1985 y 1999 (Correa 2003; Correa, pág. 118 en este mismo número); no obstante, las tasas de distribución de materiales por parte de los centros del CGIAR, cuyas importantes colecciones han estado a la disposición de todos desde su fundación, permanecieron más o menos constantes durante el mismo periodo (Halewood y Sood 2006; Gaiji y Debouck, pág. 54 en este mismo número). Las tecnologías usadas para desarrollar nuevas variedades y las propias variedades producidas por los centros de investigación del CGIAR han sido (y son) del dominio público y de disponibilidad gratuita. Durante el periodo álgido de recolección de RFAA (1972–1991), los centros del CGIAR enviaron a los países en desarrollo cuatro veces más muestras de las que recibieron. Actualmente, la proporción de muestras entregadas y recibidas es de aproximadamente 100 a uno (Fowler 2003). Desde 1994, los centros del CGIAR han distribuido más muestras a los países en desarrollo que todo lo que han colectado desde la fundación de la red (Moore y Tymowski 2005). En un año prome-

dio, los bancos de germoplasma del CGIAR distribuyen 70-100.000 muestras, USDA alrededor de 30.000, el banco genético alemán alrededor de 2500 y el Nordic Genebank alrededor de 1500 (Hawtin 2004).

Reconociendo la base histórica y científica para mantener estos materiales como parte de una herencia global común y la interdependencia de los países para su seguridad alimentaria, y previendo que probablemente los impedimentos a la recolección e intercambio de plantas iban a obstaculizar el desarrollo agrícola, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) adoptó en 1993 la resolución 7/93 sobre la revisión del Compromiso Internacional (Laliberté et ál. 2000). Se iniciaron, así, negociaciones internacionales para desarrollar lineamientos claros de uso y acceso a los RFAA, de manera que se garantice la recolección e intercambio de biodiversidad como base indiscutible para mejorar la provisión de alimentos en todo el mundo. Estas negociaciones culminaron con el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (el Tratado), aprobado en noviembre 2001 (Moore y Tymowski 2005) y vigente desde el 2004. Los objetivos de este tratado son: “la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización”. El artículo 5 tiene que ver con la conservación, exploración, colección, caracterización, evaluación y documentación de los RFAA, y establece las siguientes obligaciones a las partes contratantes:

- a) valorar e inventariar los RFAA
- b) promover la recolección de RFAA amenazados o de uso potencial, y cualquier información relevante relacionada con los mismos

⁵ <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/Res/C3-91S.PDF> (consultado el 30 mayo 2007).

⁶ <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf> (consultado el 30 mayo 2007).

- c) promover o apoyar los esfuerzos de productores y comunidades locales en el manejo y conservación de RFAA en fincas
- d) promover la conservación *in situ*, e incluso en áreas protegidas, de los parientes silvestres de cultivos y de plantas silvestres útiles para la alimentación
- e) promover el desarrollo de un sistema eficiente y sostenible de conservación *ex situ*
- f) monitorear el mantenimiento de la viabilidad, grado de variación e integridad genética de las colecciones de RFAA; tomar las provisiones necesarias para minimizar o eliminar las amenazas a los RFAA.

El artículo 6 tiene que ver con el uso sostenible de los recursos fitogenéticos, a través de:

- a) políticas agrícolas justas
- b) fortalecimiento de la investigación para aumentar y conservar la diversidad biológica en beneficio de los productores
- c) mejoramiento de cultivos, con la participación de los productores, para desarrollar variedades adaptadas a las condiciones sociales, económicas y ecológicas
- d) ampliación de la base genética de los cultivos y de la gama de diversidad genética a disposición de los productores
- e) mayor uso de cultivos, variedades y especies subutilizadas de origen local o ya adaptadas
- f) uso de más variedades y especies al interior de la finca para reducir la vulnerabilidad de los cultivos y la erosión genética
- g) revisión y ajuste de las estrategias de mejoramiento y regulaciones en cuanto a distribución de nuevas variedades y semillas.

El artículo 9 se enfoca en los derechos de los agricultores. Se reconoce la contribución de los agricultores locales e indígenas a la conservación y desarrollo de RFAA y se acuerda

proteger sus derechos a salvar, usar, intercambiar y vender semilla existente en su finca. Además, se establece la protección al conocimiento tradicional y al derecho de los agricultores de recibir parte de los beneficios y participar en la toma de decisiones sobre conservación y uso sostenible de los RFAA (FAO 2002)⁷.

El Tratado además ofrece una plataforma para facilitar el intercambio global de recursos fitogenéticos: el sistema multilateral de acceso a recursos genéticos y distribución equitativa de beneficios derivados de su utilización. El sistema multilateral se aplica a un grupo de cultivos claves que se encuentran en el dominio público y que están bajo el control y la administración de los países que han ratificado el Tratado, y a los RFAA que mantienen bajo custodia para la humanidad las colecciones de los once bancos genéticos de los centros del CGIAR. El sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios se implementa por medio de un acuerdo normalizado de transferencia de material (ANTM), adoptado en el 2006 (Lim, pág. 39 y Halewood y Nnadozie pág. 30, en este mismo número). Hasta ahora, este sistema se aplica a una lista de solo 35 cultivos y un número similar de especies forrajeras (Anexo I del Tratado, pág. 164 en este mismo número). Esas especies se seleccionaron por razones de interdependencia entre países y por su importancia para la seguridad alimentaria, y cubren aproximadamente el 80% de las necesidades calóricas del ser humano cubiertas por plantas a nivel mundial (GFAR/IPGRI 2003). Es probable que la lista del Anexo I se revise en un futuro no lejano ya que muchos cultivos importantes (como la soya, tomate, caña de azúcar y maní) no están incluidos.

El sistema global de conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos

Si bien el Tratado brinda un mecanismo para garantizar el acceso continuo a germoplasma de vital importancia para la producción de alimentos a nivel mundial, no asegura que esa variedad esté disponible para intercambio en el futuro. Algunas colecciones no se mantienen bajo las condiciones apropiadas para garantizar la supervivencia a largo plazo del material y de sus rasgos genéticos (Global Crop Diversity Trust 2007a, Hawtin 2004). Para que estas colecciones contribuyan al desarrollo de la agricultura es necesario que cumplan con dos condiciones: 1) buen manejo de las colecciones para asegurar que los materiales mantienen sus características genéticas y sobreviven; 2) información sobre los materiales, de manera que los fitomejoradores e investigadores puedan encontrar el material útil. Muchos bancos genéticos nacionales no cuentan con apoyo económico estable y a largo plazo para asegurar la viabilidad y disponibilidad de los materiales en sus colecciones; por ello, FAO y Bioversity International (Bioversity), por encargo de la red de centros de investigación del CGIAR, establecieron en el 2004 el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (el Fondo) como un mecanismo de financiamiento internacional e independiente para asegurar la conservación y disponibilidad, a largo plazo, de una diversidad de cultivos (Hawtin 2004). El Fondo opera como un elemento esencial de la estrategia de financiamiento del Tratado, en tanto que el Tratado ofrece el marco político para el Fondo (Global Crop Diversity Trust 2007a).

La base para las operaciones del Fondo es un fideicomiso creado con el

⁷ El texto completo del Tratado se encuentra en <http://www.fao.org/AG/cgrfa/itpgr.htm#text>. (Consultado el 9 agosto 2007).

aporte de varios países, desarrollados y en vías de desarrollo, fundaciones, el sector privado e individuos. Las ganancias generadas por las inversiones que se hagan con los recursos del fondo se usarán para (Hawtin 2004):

- “Promover un sistema global eficiente, orientado al logro de objetivos, económicamente fuerte y sostenible para la conservación *ex situ*, de acuerdo con el Tratado Internacional y el Plan de Acción Mundial para la conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.
- Proteger las colecciones de recursos fitogenéticos únicos y valiosos para la alimentación y la agricultura, mantenidas *ex situ*; se dará prioridad a los recursos fitogenéticos incluidos en el Anexo I, o en el artículo 15.1(b) del Tratado Internacional.
- Promover la regeneración, caracterización, documentación y evaluación de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, y el intercambio de información sobre los mismos.
- Fomentar la disponibilidad de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.
- Fomentar el desarrollo de capacidades a nivel nacional y regional, incluyendo la capacitación al personal clave.”

El Fondo apoya el desarrollo de estrategias de conservación, tanto regionales como de cultivos. Las estrategias regionales, promovidas por expertos y manejadores de colecciones, buscan identificar colecciones claves de cultivos importantes, región por región. Este esfuerzo se basa en un análisis colectivo de modelos de conservación y racionalización eficiente, en términos de costos a escala regional, y en la identificación de prioridades de actualización y desarrollo de capacidades en la región. Ya

se han desarrollado (o están en proceso) estrategias para los siguientes cultivos: ñame (*Dioscorea* spp.), taro (*Colocasia esculenta*), banano, cebada (*Hordeum vulgare*), fruta de pan (*Artocarpus altilis*), garbanzo (*Cicer arietinum*), coco (*Cocos nucifera*), chícharo (*Lathyrus sativus*), lenteja (*Lens culinaris*), maíz, avena (*Avena sativa*), gandul (*Cajanus cajan*, syn. *Cajanus indicus*), papa, arroz, sorgo (*Sorghum* spp.), fresa (*Fragaria* spp.), camote (*Ipomoea batatas*) y trigo. Estas estrategias, desarrolladas con la participación de expertos en cultivos de todo el mundo, han tratado de identificar las colecciones que, juntas, conformarían la reserva genética de un cultivo dado. Este proceso ha sido aplicado para priorizar esfuerzos de conservación a nivel global. Las colecciones individuales identificadas mediante estas estrategias juegan un papel preponderante en el mantenimiento de la diversidad total de un cultivo; por eso se les dará una alta prioridad y apoyo a largo plazo (Hawtin 2004, Laliberté 2006).

El Fondo se centra en actividades eficientes en términos de costos, eficaces y sostenibles, y promueve beneficios globales relacionados con la conservación *ex situ* de los RFAA. Para ello se han adoptado cuatro principios básicos (Global Crop Diversity Trust 2007a):

- 1) Los recursos fitogenéticos son cultivos incluidos en el Anexo I o aquellos a los que se refiere el artículo 15.1 (b) del Tratado⁸.
- 2) Los recursos fitogenéticos tienen que estar disponibles para su utilización según los términos del sistema multilateral establecido en el Tratado.
- 3) Quienes mantienen los recursos fitogenéticos se comprometen a su conservación y disponibilidad a largo plazo.
- 4) Quienes reciben recursos financieros del Fondo se comprometen

a trabajar en forma colaborativa para establecer un sistema global eficiente y efectivo y económicamente racional.

Bioversity viene desarrollando herramientas y métodos de manejo de bancos genéticos, para ponerlos a disposición de los administradores de bancos genéticos en países en desarrollo. Mediante el Programa de Recursos Genéticos del sistema CGIAR (SGRP, por sus siglas en inglés) – un esfuerzo colaborativo entre los centros del CGIAR para asegurar altos estándares de manejo y facilitar el uso de las colecciones de germoplasma del CGIAR. Bioversity ha desarrollado también un sistema de información para estas colecciones: la Red de Información sobre Recursos Genéticos (SINGER, por sus siglas en inglés). Bioversity trabaja en colaboración con el Fondo para crear un sistema de información similar que ofrezca datos descriptivos de las muestras depositadas en colecciones claves alrededor del mundo (Gaiji et ál., pág. 126 en este mismo número).

A medida que este fideicomiso crezca, el Fondo espera dedicar recursos para aumentar la eficiencia del manejo *ex situ* de la diversidad de cultivos. Ya se han empezado a usar herramientas como los SIG y la modelización de la diversidad para evaluar la representatividad de la diversidad en las colecciones. Esto contribuirá a asegurar la eficiencia del sistema global de conservación: ampliamente representativo, sin vacíos y sin replicación excesiva.

Un componente adicional del sistema global de conservación – además de los bancos genéticos, el sistema global de información, el Tratado y el Fondo – es la Bóveda Global de Semillas de Svalbard, cerca del Polo Norte en Noruega. Este es un esfuerzo colaborati-

⁸ Artículo 15.1 (b) “Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura distintos de los enumerados en el Anexo I del presente Tratado y recogidos antes de su entrada en vigor que mantienen los centros internacionales de investigación agrícola (...)”

vo entre el gobierno de Noruega, el Banco Genético Nórdico y el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos (Global Crop Diversity Trust 2007b). La Bóveda ha sido diseñada para proteger semillas esenciales para la agricultura en un ambiente donde no se requiere de mayor mantenimiento. Esta constituye la última reserva global de los bancos genéticos. Asegura que la diversidad esté protegida y disponible para restablecer las colecciones que se pierdan por catástrofes locales o globales (Skovmand y Hawtin 2006). Las colecciones de semillas se encuentran al final de un túnel de 120 metros en una montaña de la isla de Spitzbergen, cerca del poblado de Longyearbyen, en el archipiélago de Svalbard. Esta ubicación, dentro del Círculo Polar Ártico y a 1100 km del Polo Norte, se escogió por la presencia de permafrost, lo que garantiza que las semillas permanezcan congeladas sin refrigeración, aun si la temperatura aumentara como resultado del cambio climático (no obstante, la temperatura se mantendrá por medios mecánicos en -18°C). La bóveda está a 130 m sobre el nivel actual del mar, protegida de eventuales incrementos de nivel, aun en el evento poco probable de que Groenlandia y el Ártico se deshielen completamente (Fig. 2; www.croptrust.org). No obstante, la Bóveda de Svalbard no reemplazará el manejo efectivo por parte de los bancos genéticos, o los mecanismos de intercambio entre estos bancos, fitomejoradores e investigadores.

Latinoamérica y el Caribe: restricciones y oportunidades para un modelo de desarrollo agrícola basado en la diversidad

Los agricultores de América domesticaron una amplia variedad de plantas usadas como alimento y adecuadas para diferentes ambientes, desde las tierras bajas tropicales hasta las regiones áridas y las frías mese-



Figura 2. La Bóveda Global de Semillas de Svalbard constituye la última reserva global de los bancos genéticos y asegura que la diversidad estará protegida y disponible para restablecer las colecciones que se pierdan por catástrofes locales o globales. En la foto, casas en Svalbard.

tas montañosas de los altos Andes. Los granos andinos, como la quinua (*Chenopodium quinoa*) y una gran variedad de raíces y tubérculos, todavía son el eje de las formas de vida de muchas comunidades andinas. En las tierras bajas, los productores cultivan muchas clases de frutas tropicales nativas, como la piña (*Ananas comosus*) y varias especies de la familia Passifloraceae, como la granadilla (*Passiflora ligularis*); también se cosechan árboles frutales, como la anona o chirimoya (*Annona cherimola*) y el zapote (*Manilkara zapota*), muchos de ellos silvestres o semi-silvestres. Hay enormes posibilidades de domesticar y mejorar estas especies. La investigación sobre el valor nutricional y calidad agronómica de estos productos está ayudando a productores y consumidores a redescubrir y apreciar la importancia de la biodiversidad agrícola de la región. Sin embargo, este capital natural está en riesgo: en años recientes, la migración a las áreas urbanas, la conversión y degradación de los ecosistemas naturales y las prácticas agrícolas modernas han provocado erosión genética y la pérdida de variedades cultivadas y sus parientes silvestres. Aun así, las comunidades indígenas y productores tradicionales mantienen *in situ* la diversidad genética de cultivos nativos y de especies silves-

tres útiles; en especial en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay y Perú. Para los científicos agrícolas en América es un desafío y una oportunidad de asegurar la recolección y conservación eficaz de esta diversidad y garantizar su continua disponibilidad a investigadores y fitomejoradores capaces de aprovecharla para garantizar una agricultura mejorada y resiliente para el bienestar de las poblaciones locales.

Además de la riqueza de cultivos nativos, buena parte de la agricultura americana, en particular las actividades que generan ingresos y divisas, dependen de cultivos introducidos desde otras partes del mundo. La subsistencia de los productores en las tierras altas depende de especies introducidas de Europa, como haba (*Vicia faba*) y cebada, que se han convertido en parte importante de la dieta andina y de la economía de los campesinos. La caña de azúcar, banano, arroz, soya (*Glycine max*), café, trigo, cítricos (Rutaceae), uvas (Vitaceae), frutas de temporada, mango (*Mangifera* spp.) y espárrago (*Asparagus officinalis*), originalmente del Viejo Mundo, son de gran importancia económica en varios países de la región. Por ejemplo, los cultivos originarios de otros lugares representan aproximadamente el 90% del valor de

Foto: P. Vermeij/Global Crop Diversity Trust.

producción agrícola en Colombia y Cuba, y 70% en Nicaragua (Palacios 1998 en Fowler y Hodgkin 2004). La mayor área dedicada a cultivos de primera necesidad en América Latina (46% de maíz, 58% de arroz y 68% de trigo) se han plantado con variedades modernas mejoradas en las que se usaron múltiples fuentes de diferentes lugares para conseguir la combinación óptima de rasgos (Almekinders y Louwaars 1999, Fowler y Hodgkin 2004).

Los países en vías de desarrollo de América albergan el 11% de la población desnutrida del mundo (FAO 2006). Desde la Cumbre Mundial sobre la Alimentación en 1996, la población desnutrida en la región se redujo de 59 millones a 52 millones, aunque este dato es un promedio. En Centroamérica el hambre más bien ha aumentado afectando hoy a 7 millones de personas en comparación a 6 millones hace 10 años. Mucha de esta gente vive en áreas vulnerables a la pérdida de cosechas por precipitaciones irregulares y sequías periódicas, o desastres naturales como los huracanes. Para enfrentar las necesidades de estos productores, es de vital importancia acudir a la rica herencia de material vegetativo de fuentes locales, de la región y de otras partes del mundo (Debouck et ál., pág. 46 en este mismo número). La recolección, mayor intercambio y desarrollo y distribución de germoplasma mejorado a los productores siguen siendo tareas prioritarias.

Afortunadamente, en América Latina hay alrededor de 230 bancos genéticos que, juntos, albergan 200.000 muestras de materiales nativos e introducidos. Entre estos están tres de los centros del CGIAR: CIMMYT, en México, que posee una colección importante de maíz y trigo; CIP, en Perú, que trabaja con la papa (*Solanum tube-*

rosun) y CIAT, en Colombia, que trabaja con frijoles, yuca y forrajes tropicales. Aunque el acceso a las colecciones de los centros del CGIAR sigue sin barreras, para hacer uso del amplio rango de materiales disponibles en los cientos de colecciones de la región hay que vencer varios impedimentos legales que dificultan el intercambio de plantas; esta situación se analizó en una reunión reciente donde participaron 200 científicos latinoamericanos en Curitiba, Brasil, justo antes de la octava Conferencia de las Partes del CDB. El informe final de la reunión establece que “la investigación biológica básica se ha visto seriamente afectada por muchos de los regímenes nacionales de acceso y distribución de beneficios” y que “la desconfianza, y no la confianza, domina actualmente la situación en muchos países, lo que entorpece la investigación nacional e internacional”. Los participantes recomendaron: “Se alienta a todos los países a revisar sus procesos de otorgamiento de permisos para la investigación, recolección, importación y exportación de especímenes para así racionalizar y hacer más eficaz el proceso del acceso a recursos genéticos y reparto equitativo de los beneficios derivados de su utilización. Además, las reglas y regulaciones deben ser prácticas” (UNEP 2006)⁹. Otros comentaristas han hecho observaciones similares acerca de las dificultades derivadas del marco regulador inspirado por el CDB (Fowler 2004, Correa 2003); entre esos impedimentos está la Decisión 391 del Pacto Andino en cuanto al Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos (Ruiz 2007, pág. 136 en este mismo número).


Las seis redes de recursos fitogenéticos existentes en Latinoamérica representan a más de 30 países de la

región. Estas redes han empezado a analizar formas de afrontar los retos que se les presentan; así, entre 2004 y 2007, representantes de las redes desarrollaron la Estrategia de Conservación para las Américas mediante un proceso de múltiples consultas que contó con el apoyo del Fondo, Bioversity, IICA, CATIE y CARDIE. Esta estrategia identificó y priorizó todos los cultivos de importancia para la región, no solo los incluidos en el Anexo I del Tratado. El equipo de trabajo definió como objetivo de la estrategia el siguiente: “La Estrategia de Conservación para las Américas busca fomentar la cooperación y colaboración entre todos los miembros, en un esfuerzo por asegurar la conservación y uso sostenible de la diversidad fitogenética de las Américas y promover un plan de desarrollo racional y a largo plazo para la conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos” (M. Ramírez, pág. 85 en este mismo número). Para implementar la estrategia, las redes latinoamericanas de recursos fitogenéticos identificaron un número de áreas que deben fortalecerse, desarrollarse o analizarse; entre ellas: un sistema hemisférico de información sobre los lugares que albergan material fitogenético; el desarrollo de un sistema nacional y regional para el almacenamiento seguro e intercambio de germoplasma entre las redes; una mayor promoción del uso de los recursos fitogenéticos; la ratificación del Tratado Internacional y la correspondiente armonización de los marcos legales a nivel nacional y regional. Entre las preocupaciones planteadas estuvo la de la sostenibilidad de la conservación. Las redes de recursos fitogenéticos de América Latina están listas para implementar la Estrategia de Conservación para las Américas y,

⁹ Octava reunión ordinaria de la Conferencia de las Partes de la Convención de Diversidad Biológica. UNEP/CBD/COP/8/INF/46. Resultados y recomendaciones de la reunión sobre “Biodiversidad: escrutinio de una megaciencia” Curitiba, 15-19 marzo 2006. Consultado en 09-08-2007. Disponible en url: <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-08/information/cop-08-inf-46-en.pdf>. (consultado el 30 mayo 2007).

a la vez, cumplir con los objetivos de conservación y uso de los RFAA que garanticen la seguridad alimentaria y las propias necesidades de

desarrollo (Ramírez, pág. 85 en este mismo número). Los artículos siguientes describen las iniciativas y desafíos enfrentados por estos y

otros actores claves en América, como parte del esfuerzo por reducir a la mitad el hambre en América Latina y el Caribe y más allá. 

Literatura citada

- Almekinders, C; Louwaars, N. 1999. *Farmers' Seed Production: New Approaches and Practices*. London. ITDG Publishers. 291 p.
- Cassaday, K; Smale, M; Fowler, C; Heisey, P. 2001. Benefits from Giving and Receiving Genetic Resources: The Case of Wheat. *Plant Genetic Resources Newsletter* No. 127 (2001).
- Charles, D. 2006. Species conservation: a 'forever' seed bank takes root in the Arctic. *Science* 312(5781):1730-1731.
- Conway, G. 1998. *The Doubly Green Revolution* (en línea). Cornell University Press. Ithaca, USA. Disponible en <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf>
- Correa, C. 2003. The access regime and the implementation of the FAO International Treaty on Plant Genetic Resources in the Andean Group Countries. *Journal of Intellectual Property Rights* 6:795-806.
- Crosby, AW. 1972. *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*. Greenwood Press, Westport, Ct. USA.
- Dhillon, BS; Dua, RP; Brahma, P; Bisht, IS. 2004. On-farm conservation of plant genetic resources for food and agriculture. *Current Science* 87(10):557-559.
- Falcon WP; Fowler, C. 2002. Carving up the commons – emergence of a new international regime for germplasm development and transfer. *Food Policy* 22:197-222.
- FAO. 1983. *Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos* Extracto de la Resolución 8/83 del 22º periodo de sesiones de la Conferencia de La FAO, Roma, 5-23 de noviembre de 1983. Disponible en español en: <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/ia/iutextS.pdf>.
- _____. 1991. Resolución 3/91 de la Conferencia de la FAO, Roma, 9-27 de Noviembre 1991. Disponible en español en url: <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/Res/C3-91S.PDF>.
- _____. 2001. *El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Available in Spanish at url: <ftp://ftp.fao.org/ag/cgrfa/it/ITPGRs.pdf>.
- _____. 2002. *The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome. 45 p.
- _____. 2006. *The State of Food Insecurity in the World: eradicating world hunger – taking stock ten years after the World Food Summit*. FAO, Rome.
- Fowler, C. 2003. Diversity and Protectionism Use of Genebanks: Trends and Interpretations. Workshop Lecture. Syngenta Foundation for Sustainable Agriculture. Symposium on Food Security and Biodiversity, October 16, 2003.
- _____. 2004. Accessing genetic resources: international law establishes multilateral system. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51:609-620.
- _____. Hodgkin, T. 2004. Plant genetic resources for food and agriculture: assessing global availability. *Annu. Rev. Environ. Resourc.* 29:143-179.
- GFAR/IPGRI (Global Forum On Agricultural Research/ International Plant Genetic Resources Institute). 2003. *Strengthening partnerships in agricultural research for development in the context of globalization*. Proceedings of the GFAR-2000 Conference, 21-23 May 2000, Dresden, Germany. GFAR, Rome, Italy, and IPGRI, Rome, Italy.
- Global Crop Diversity Trust. 2007a. *The role of the Global Crop Diversity Trust in helping ensure the long-term conservation and availability of PGRFA – An Overview* (en línea). www.croptrust.org/documents/Role-of-Trust-May07.pdf.
- _____. 2007b. *Architectural plan revealed of Doomsday Arctic Seed Vault* (en línea). www.croptrust.org/main/seedvault.
- Halewood, M; Sood, R. 2006. Genebanks and public goods: political and legal challenges to building collections for the international community (pending publications).
- Hawtin, G. 2004. The Global crop Diversity Trust: a foundation for global security. *PGR Newsletter* 139:7-10.
- Laliberté, B. 2006. *Global Crop Diversity Trust: a Foundation for Food Security - A presentation on the Development of Conservation Strategies*. Meeting of the ECP/PGR Network Coordinating Groups, 29-31 March, Bonn, Germany.
- _____. Engels, J; Fowler, C. 2000. The International Undertaking on plant genetic resources: its relevance to botanic gardens. *BGC News* 3(5).
- Le Buanec, B. 2005. Plant genetic resources and freedom to operate. *Euphytica* 146:1-8.
- Moore G; Tymowski, W. 2005. *Explanatory guide to the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. p. 2-4.
- Palacios, XF. 1998. Contribution to the estimation of countries' interdependence in the area of plant genetic resources. Rep. 7, Rev. 1. UN FAO Comm. Gen. Res. Food & Agriculture, Rome.
- Rose, G. 2003. International law of sustainable agriculture in the 21st Century: the International Treaty in Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. *Georgetown International Environmental Law Review* Summer 2003. George University.
- SGRP. 2006. *Annotated Bibliography Addressing the International Pedigrees and Flows of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, IPGRI, Rome, IT.
- Skovmand, B; Hawtin, G. 2006. *The Svalbard International Seed Depository*. Presentation at the ASA-CSSA-SSSA International Meeting, November 2006, Indianapolis, EUA.
- Thomson, JA; Halewood, A; Engels, J; Hoogendoorn, C. 2004. *Plant Genetic Resources Collection: a survey of issues concerning their value, accessibility and status as public goods*. In *New directions for a diverse planet*. (2004, Brisbane, Australia). Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Published on CDROM.
- World Bank. 1992. *World Development Report 1992: Development and the environment*. New York, Oxford University Press (published for the World Bank).
- Zhu, Y; Chen, H; Fan, J; Wang, Y; Li, N; Chen, J; Fan, J; Yang, S; Hu, L; Leung, H; Mew, W; Teng, PS; Wang, Z; Mundt, CC. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718-722.