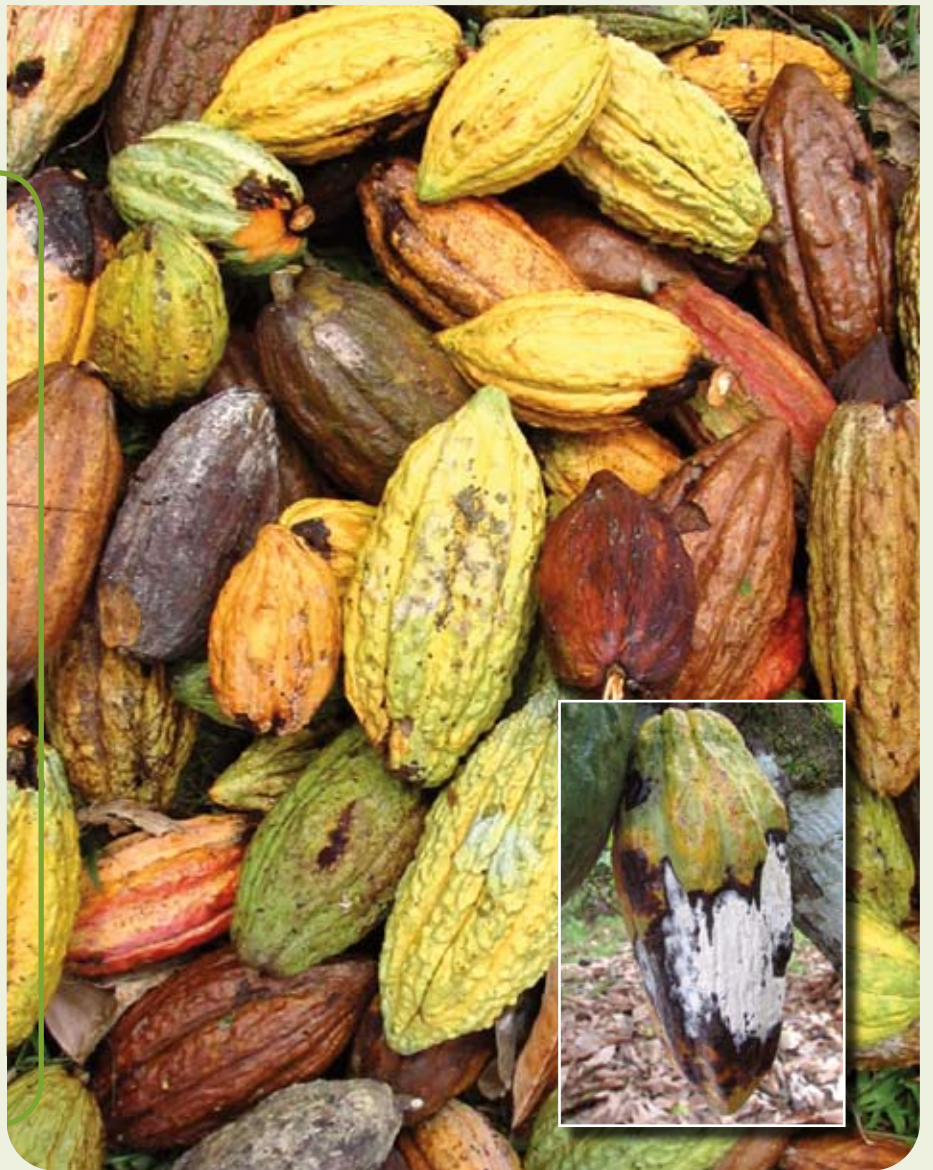


# La importancia de la utilización de la diversidad genética vegetal en los programas de investigación agrícola en América Latina<sup>1</sup>

**Daniel Debouck<sup>2</sup>; Andreas Ebert<sup>3</sup>;  
Eduardo Peralta<sup>4</sup>; Miguel A.  
Barandiarán<sup>5</sup>; Marleni Ramírez<sup>6</sup>**

La capacidad de seleccionar y producir recursos fitogenéticos óptimos para los agricultores se basa en la posibilidad de acceder a una gama lo más amplia y diversa posible de RFAA. Algunos de los ejemplos de este artículo, como los del chocho, el cacao y el forraje *Cratylia*, demuestran que la investigación sobre materiales que no están en el Anexo I del Tratado- y que por tanto no están incluidos en su sistema multilateral - es de importancia fundamental para los países latinoamericanos. Las instituciones de investigación y los países cuyos agricultores necesitan más y mejores materiales no incluidos en el sistema multilateral deben estudiar los modos de afrontar el hecho de no contar con acceso facilitado a RFAA.



En la foto pequeña, un fruto de cacao afectado por moniliasis. Fotos: R. Markham/Bioversity and A. Ebert/CATIE.

- 1 El texto expresa la opinión de sus autores y no refleja, necesariamente, el punto de vista de Bioversity International.
- 2 Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, Cali, Colombia. Correo electrónico: d.debouck@cgiar.org
- 3 Coordinador de la Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología. 7170 CATIE, Apartado Postal 01, Turrialba, Cartago, Costa Rica. Correo electrónico: awebert@catie.ac.cr
- 4 Líder del Programa de Leguminosas y Granos Andinos. INIAP, Ecuador. Correo electrónico: legumin@pi.pro.ec
- 5 Director General. Dirección de Investigación Agraria. Instituto Nacional de Investigación Agraria Av. La Molina 1981 - Lima 12, Perú. www.inia.gob.pe
- 6 Regional Director-Américas. Bioversity International. Correo electrónico: m.ramirez@cgiar.org

## Resumen

Este artículo analiza seis ejemplos de cómo determinados recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura fueron utilizados en diversos países en trabajos de análisis, selección y mejoramiento genético con el fin de obtener variedades mejoradas que pudieran beneficiar a los agricultores y los consumidores. Los recursos fitogenéticos de estos ejemplos son: cacao, cratylia, frijol amarillo, chocho, yuca o mandioca y maíz híbrido. Los estudios demuestran la importancia de contar con acceso facilitado a la diversidad más amplia posible de los cultivos o forrajes objeto de estudio. Algunos de los casos demuestran que ciertos materiales no incluidos en el Anexo I del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura- y por lo tanto, no sujetos a las condiciones del sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios del Tratado- son claves para la seguridad alimentaria en América Latina.

**Palabras claves:** Recursos genéticos; fitomejoramiento; conservación del germoplasma; acuerdos internacionales; redes de investigación; seguridad alimentaria; América Latina.

## Summary

**The importance of access to, and use of plant genetic diversity in regional and national agricultural research programmes in Latin America.** This article presents six cases of plant genetic resources for food and agriculture from numerous countries. Those resources (cacao, cratylia, yellow bean, 'chocho', cassava and single hybrid maize) were used in screening, selecting and breeding efforts to make improved material available to farmers. These studies demonstrated the importance of facilitated access to a range of diversity of crops or forages as broad as possible. Some of the cases also showed that some materials not included in the Annex I of the Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture -and, therefore, not subject to the conditions of the multilateral system of access and benefit-sharing of the Treaty-, are extremely important for food security in the Latin American region.

**Keywords:** Genetic resources; plant breeding, germplasm conservation; international agreements; research networks; food security; Latin America.

## Introducción

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) son los elementos básicos para el mejoramiento de los cultivos a través de la selección y mejoramiento genético convencional y mediante técnicas modernas de biotecnología. El mejoramiento de los cultivos permite adaptarlos a los cambios bióticos y ambientales y desarrollar nuevos usos y alimentos. Actualmente, todos los países dependen en gran parte de los RFAA de otros para la alimentación y el desarrollo agrícola sostenible. Este artículo presenta algunos ejemplos que muestran cómo los RFAA

procedentes de diferentes países y bancos de germoplasma en América Latina han sido o están siendo utilizados para resolver problemas relacionados con el cultivo de especies comestibles claves en esta región. Estos ejemplos tratan sobre el cacao, el frijol, la yuca o mandioca, cratylia ('veraniega', un forraje tropical), el maíz y el chocho o lupino (una legumbre andina) y aportan pruebas acerca del valor de las colecciones y los bancos de germoplasma bien mantenidos y actualizados y la importancia de facilitar el acceso a esas colecciones para la investigación y el fitomejoramiento. También se destacan las ventajas de adoptar

un sistema multilateral de acceso a RFAA y de reparto de los beneficios obtenidos de su utilización.

### Caso 1. Búsqueda de resistencia a enfermedades del cacao en el banco de germoplasma del CATIE<sup>7</sup>

América tropical es el centro de origen y domesticación del cacao (*Theobroma cacao*); su naturaleza umbrófila y el hecho de que se cultive con preferencia en sistemas agroforestales perennes lo hacen un cultivo respetuoso con el ambiente y atractivo para los esfuerzos de protección ambiental. Además, tiene un gran valor socioeconómico a escala

<sup>7</sup> Andreas Ebert. Coordinador de la Unidad de Recursos Genéticos y Biotecnología, CATIE.

global, porque la mayor parte de su producción está en manos de pequeños agricultores. En un reciente proceso de consulta dirigido por el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos, se identificó el cacao como una especie de gran importancia para las estrategias de conservación de RFAA en el continente americano (Davidson 2006). Sin embargo, el cacao no fue incluido en el Anexo I del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (el Tratado) como uno de los cultivos cubiertos por el sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios. En parte para paliar esta limitación, la declaración de San José del 9 de octubre 2006, aprobada en la 15ª Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao, formalizó el establecimiento de “CacaoNet”, una red global de recursos genéticos de cacao que aspira a garantizar un fácil acceso a dichos recursos en trabajos de investigación y mejoramiento (Engels 2006).

Cada año se pierde aproximadamente el 30% (810.000 toneladas) de la producción mundial de cacao (Guiltinan 2007) debido a enfermedades como la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la pudrición del fruto o moniliasis (*Moniliophthora roreri*). La primera es una especie de *Phytophthora* con presencia en la mayor parte de los países productores de cacao; la segunda se limita, actualmente, a once países de América tropical (Phillips-Mora et ál. 2006a). El lugar de origen de la moniliasis podría ser el noreste de Colombia, donde existe la mayor diversidad genética del agente patógeno y donde se conoce la enfermedad desde hace 200 años aproximadamente (Phillips-Mora et ál. 2006a). La enfermedad se diseminó de Colombia a diez países, a través de México y América Central. Fue detectada en Belice en el 2004 y en el norte de Chiapas, México en el

2005 (Phillips-Mora et ál. 2006a), donde ya afecta extensas áreas. En este país las consecuencias socioeconómicas han sido graves pues se ha llegado a perder hasta el 80% de la producción, lo que ha causado el abandono de muchas plantaciones, la mayor parte de ellas pertenecientes a pequeños agricultores. Aunque existen prácticas agrícolas y métodos químicos y biológicos para combatir la pudrición del fruto, su uso no es eficaz ni económico y, por lo tanto, los pequeños productores de cacao raras veces los adoptan. Luchar contra la enfermedad con variedades resistentes reduce drásticamente la necesidad de aplicar productos químicos y hace el cultivo más respetuoso con el medio ambiente y más atractivo para los pequeños agricultores.

El Programa de Mejoramiento Genético de Cacao de CATIE ha evaluado los recursos genéticos que se conservan en la colección internacional de cacao de CATIE (IC3), que actualmente contiene 942 accesiones (Phillips-Mora et ál. 2006b). Este Programa está orientado a obtener genotipos de alta producción, resistencia a la moniliasis y a la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y con buena calidad industrial. Ya se han identificado genotipos superiores, con alta productividad y resistencia a las enfermedades fungosas mencionadas; la calidad industrial está siendo evaluada en cooperación con algunas fábricas de chocolate en Europa y los Estados Unidos.

La resistencia o tolerancia a la moniliasis ha mostrado ser una característica poco común, que sólo se ha encontrado en cinco genotipos entre las más de 600 accesiones evaluadas. Estos cinco genotipos tienen orígenes y fechas de introducción significativamente diferentes: UF-273 y UF-712 de Costa Rica, en 1960; EET-75 de Ecuador, entre 1965 y 1966; ICS-95 de Trinidad, en 1959; y PA-169 de Perú, en 1961.

Los clones sobresalientes generados por el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao se han establecido en jardines clonales para su multiplicación y posterior validación en estudios regionales en América Latina, bajo condiciones agro-ecológicas diferentes. Este proceso empezó en Costa Rica en 2005, con la transferencia de materiales élite a cultivadores de cacao en diferentes regiones. Con el comienzo de un proyecto regional de cacao para América Central durante el segundo semestre del 2007, se puso en marcha la multiplicación masiva y la diseminación de materiales de cacao élite que beneficiarán al menos a 2500 familias de grupos indígenas y/o pequeños agricultores en seis países (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Belice y Guatemala). En cada uno de los países se establecerán cinco jardines clonales para la multiplicación local del material para la siembra, con el fin de evitar el costoso transporte de las plantas injertadas. Se han seleccionado cinco clones superiores resistentes a la moniliasis para la multiplicación en los jardines clonales, además de tres clones locales y/o internacionales sobresalientes y cuatro clones que servirán de patrones. Además, en los seis países se evaluarán a través de pruebas en diferentes localidades 22 clones superiores seleccionados por el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao, la mayoría resistentes a la moniliasis, junto con diez clones seleccionados de procedencia local o internacional.

El Programa también está enviando clones inmunes a la moniliasis a programas nacionales de mejoramiento en algunos países latinoamericanos (Nicaragua, Honduras, México, Trinidad, Ecuador, Perú y Brasil) y a la International Cocoa Quarantine Centre, en la Universidad de Reading, Inglaterra, para asegurar que los materiales cumplen las condiciones fitosanitarias necesarias antes de distribuirlos a nivel mundial.



La diseminación acelerada de la moniliasis en América Central se puede atribuir, en gran parte, al transporte de materiales infectados entre diferentes países. Si la enfermedad se extendiera a los continentes donde hay una mayor producción de cacao (África y Asia), se pondría en grave riesgo la economía de miles de agricultores así como la industria del chocolate. El envío de genotipos con genes de resistencia a la moniliasis a los países productores en Asia y África, a través de la International Cocoa Quarantine Centre, puede ayudar a que estos países enfrenten la posible llegada de la enfermedad sin sufrir grandes pérdidas.

El éxito obtenido por el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao en la generación de clones sobresalientes resistentes a la moniliasis no habría sido posible si no se tuviera acceso al material genético del banco de germoplasma del CATIE, que contiene genotipos valiosos de varios países de la región. La diseminación de genotipos sobresalientes, generados por el Programa de CATIE y por otros programas de mejoramiento a partir del germoplasma conservado en las colecciones nacionales e internacionales de cacao, permitirá a los países productores de cacao enfrentarse a la mayor amenaza al cultivo de cacao, con beneficios sustanciales para los productores en pequeña escala, la industria del chocolate, los consumidores y el ambiente.

La resistencia natural a plagas y enfermedades es muy poco frecuente en la mayoría de los cultivos. En relación con la resistencia a la moniliasis del cacao, por ejemplo, sólo se encontró resistencia en un tercio del 1% (0,3%) de 600 accesiones. Este es un sólido argumento a favor de la adopción de un sistema que garantice el acceso facilitado a amplias y diversas colecciones de materiales, de modo que los RFAA resistentes

se puedan utilizar para luchar contra plagas y enfermedades que resultan devastadoras para los cultivos de los pequeños agricultores.

### **Caso 2. Desarrollo de resistencia a la mosca blanca de la yuca<sup>8</sup>**

La mosca blanca (*Aleurotrachelus socialis* Bondi) es una seria plaga de la yuca (o mandioca) que causa pérdidas económicas significativas, sobre todo en Colombia. El control por insecticidas, además de costoso, podría significar un riesgo para la salud de los agricultores, por lo que es preferible desarrollar resistencia en la planta hospedera (Bellotti et ál. 1999). En 1999, la evaluación de 6000 clones de yuca (*Manihot esculenta*) de la colección del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) permitió identificar dos clones resistentes procedentes de Ecuador y ocho de Perú, todos colectados a principios de la década de 1980, mucho antes del brote de la plaga. MEcu 72 fue el clon más resistente (Bellotti 2002). El cruce de MEcu 72 con MBra 12 de Brasil (de alto rendimiento y gran calidad culinaria) dio origen al genotipo CG489-31, denominado posteriormente Nataima-31 y distribuido en el 2002 por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) a los agricultores de los valles interandinos y la costa norte de Colombia (Vargas Bonilla et ál. 2002).

Al igual que la resistencia a la moniliasis del cacao, la resistencia a la mosca blanca de la yuca es otro buen ejemplo de la necesidad de contar con un gran reservorio genético para encontrar la resistencia natural a plagas y enfermedades.

### **Caso 3. *Cratylia*: de forraje no prioritario a éxito regional**

Las leguminosas están entre las familias de plantas de mayor importan-

cia económica. Se calcula que esta familia abarca 727 géneros y 19.325 especies (Lewis et ál. 2005), aunque la lista continúa creciendo. Cuando se estableció el Programa de Pastos Tropicales del CIAT para sabanas de zonas bajas y de baja fertilidad, a mediados de 1970, era evidente que debía incluirse el uso de leguminosas como parte de las mejoras fitogenéticas. Sin embargo, de una lista de más de 700, no era fácil determinar qué géneros escoger para el trabajo, porque había poca información sobre su uso potencial como forrajes para ganado (en concreto en lo referente al valor nutritivo, capacidad de fijar nitrógeno y ciclo de vida). Entre 1976 y 1986, el CIAT, junto con el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR), el Instituto Internacional de Investigaciones Pecuarias (ILRI), la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth (CSIRO), montaron una colección de forrajes tropicales para facilitar su evaluación. Esta colección cuenta hoy con 23.140 accesiones.

Dado que las sabanas de la América Tropical eran el lugar donde se usarían las variedades mejoradas y dada la presencia de *Rhizobium* y micorrizas nativas, las leguminosas originarias de estas sabanas eran las candidatas naturales para el estudio. Otra ventaja era que ya se disponía de géneros reconocidos, como *Arachis* (Krapovickas y Gregory 1994), *Centrosema* (Schultze-Kraft y Clements 1995) y *Stylosanthes* (Edye y Grof 1983). Para los ensayos se escogió como prioritario al último grupo.

Como la colección tenía pocas leguminosas arbustivas semipeperennes, los colectores consideraron la posibilidad de aumentarla añadiendo algunas poblaciones de

<sup>8</sup> Daniel Debouck. Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, Colombia. (Los casos 3 y 4 también fueron escritos por el mismo autor).



*Cratylia* permite mantener la producción animal sin necesidad de recurrir a prácticas de deforestación o sin que los agricultores se vean obligados a vender sus animales a precios bajos durante los veranos largos

*Dioclea*, que al final resultaron ser *Cratylia*. *Cratylia* es un género sudamericano poco numeroso, posiblemente con siete especies, ubicado entre las Diocleinae, Phaseoleae y Papilionoideae; sus límites con los géneros relacionados *Dioclea* y *Camptosema* (Lewis 1987, Schrire 2005) todavía no están bien definidos y lo estaban aún menos en la década de 1980. En 1984, la accesión 18668 fue colectada por Rainer Schultze-Kraft y colaboradores en el estado de Mato Grosso, Brasil y en 1985, se colectó la accesión 18516 en el estado de Goiás, Brasil. Ambas accesiones ingresaron a la colección de forrajes de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT, donde se mantienen desde entonces. En 1988, estos materiales fueron introducidos en pruebas de adaptación con gramíneas forrajeras en Costa Rica (Argel et ál. 2001). Durante la década de 1990, las pruebas de adaptación se ampliaron a diferentes sitios del Pacífico costarricense. Estas pruebas coincidieron con varios veranos prolongados como resultado del fenómeno de El Niño

y los materiales de *Cratylia* mostraron un excelente comportamiento en estas condiciones. En 1995, en un taller inter-institucional, se confirmó el potencial de *Cratylia* como una leguminosa forrajera para los trópicos bajos estacionalmente subhúmedos (Pizarro y Coradin 1995). En 2001 el cultivar “veraniega”, obtenido del cruce de los dos materiales mencionados antes, fue distribuido en Costa Rica. Entre 1984 y 2005, el CIAT hizo 459 envíos de este material a instituciones, agricultores y productores de ganado en 44 países. Este forraje ha permitido a ganaderos de Costa Rica, Nicaragua y Colombia, mantener la producción animal sin necesidad de recurrir a prácticas de deforestación o sin verse obligados a vender sus animales a precios bajos por falta de peso, sobre todo durante los veranos largos. En 2002, “veraniega” fue el material más solicitado y más distribuido de todos los materiales almacenados en el banco de germoplasma de CIAT. En este año, el CIAT envió 72 remesas de dicho material.

El caso de *Cratylia*, cuyo alto potencial fue descubierto de manera casual, subraya la utilidad de conservar y evaluar una amplia gama de materiales con el fin de resolver los desafíos actuales o futuros que enfrenten los agricultores y la agroindustria.

#### Caso 4. Los frijoles amarillos

Recientemente, los frijoles amarillos han atraído la atención de los expertos en derecho internacional debido a la patente concedida para el frijol amarillo Enola en Estados Unidos (Kelly 2000). La apelación contra dicha patente y el litigio subsiguiente llevaron a demostrar que el frijol Enola es un cultivar mexicano ya existente, resultado del cruce de variedades nativas con diferentes orígenes. Los frijoles amarillos existen en México desde épocas precolombinas; algunas de las razas nativas son: canario, amarillo, mantequilla y garbancillo (Hernández 1973). A fines de la década de 1970, los fitomejoradores mexicanos del estado de Sinaloa obtuvieron del Perú el canario peruano, de color amarillo-azufre y lo cruzaron con el canario local, de lo que resultó, en 1979, el famoso frijol mayocoba amarillo, preferido por la población hispana del suroeste de Estados Unidos y del noroeste de México (Navarro y Lépiz 1983, Voysest 1983). El mayocoba, a su vez, se utilizó en nuevos cruces en Sinaloa que dieron como resultado la distribución de nuevas variedades de frijol amarillo en 1988 y 1995; una de ellas es el denominado azufrado peruano 87 (Voysest 2000). El análisis genético molecular hecho en 2004 mostró que este cultivar mexicano y el Enola son genéticamente idénticos (Pallottini et ál. 2004). Al igual que el maíz híbrido peruano H3 presentado a continuación, los frijoles amarillos son el resultado de cruces entre variedades diferentes procedentes de países diferentes.

### **Caso 5. Identificación del maíz híbrido amarillo de endospermo duro de alto rendimiento en Perú, proveniente de germoplasma derivado de las poblaciones de maíz del CIMMYT<sup>9</sup>**

La Cordillera de los Andes, que corre paralela al Océano Pacífico, divide el territorio peruano en tres zonas muy distintas: la Costa, la Sierra y la Selva. La Costa es una faja angosta y seca, con poca agua y alta radiación solar, que se extiende al lado de la playa; la Sierra tiene temperaturas que oscilan entre 0 y más de 20°C durante el día y altitudes superiores a los 5000 metros sobre el nivel del mar; en la Selva, las temperaturas alcanzan más de 35°C y el clima es muy húmedo. El maíz se cultiva en las tres regiones. En la Sierra es un alimento básico; el maíz de endospermo harinoso cultivado en esta región se consume diariamente en diferentes formas: hervido, tostado o asado. En la Costa y en la Selva se produce el maíz de endospermo duro amarillo, que se usa como forraje para la producción avícola y porcina. Como la producción nacional de este tipo de maíz no alcanza a satisfacer la demanda total, el país debe importar alrededor de un millón y medio de toneladas, que representan el 60% de sus necesidades.

En 1997, el gobierno peruano decidió desarrollar un proyecto conjunto con el Programa de Maíz del Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) cuyo objetivo era identificar híbridos simples<sup>10</sup> superiores de maíz de endospermo amarillo adaptados a la costa peruana, con el fin de reducir las importaciones. El proyecto tuvo cinco fases. La primera consistió en identificar los híbridos experimentales que se habían comportado mejor en los ensayos internacionales realizados

por el CIMMYT en Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela en años anteriores. Durante la segunda fase, entre 1998 y 1999, se hicieron pruebas de rendimiento con los híbridos de mejor desempeño en campos de agricultores, en 14 localidades diferentes en Perú. La tercera fase, simultánea con la anterior, comprendía estudios de la capacidad de adaptación y del potencial de producción de las líneas parentales usadas para desarrollar los híbridos de maíz experimentales probados en la segunda fase. Estas líneas parentales se evaluaron en diferentes localidades mientras se incrementaba el número de semillas.

Después de analizar los resultados de las pruebas de cosecha y de líneas parentales, se identificaron los mejores híbridos con alto rendimiento de grano y buena estabilidad en diferentes ambientes. De este grupo, se escogieron para una evaluación posterior aquellos que mostraban líneas parentales bien adaptadas a las condiciones costeras peruanas y que producían buena cosecha de grano. En el año 2000, en la cuarta fase, las líneas parentales se plantaron en terrenos aislados y se les eliminaron las espigas para obtener las semillas de los híbridos experimentales prometedores. En la quinta fase, en 2001, se sembraron 32 lotes en fincas de agricultores y de acuerdo con sus prácticas agrícolas. En cada lote se evaluaron cuatro híbridos experimentales, tomando como primera referencia el mejor híbrido comercial, y como segunda referencia el híbrido utilizado por el agricultor.

En las pruebas de rendimiento iniciales, el híbrido H3 experimental fue el más productivo en las 14 localidades. En los 32 lotes demostrativos, H3 superó en productividad al híbrido comercial, fue muy estable en la cosecha de grano y produjo mazorcas de buena calidad.

En el año 2002 se distribuyó entre los agricultores peruanos el primer híbrido simple de maíz amarillo de endospermo duro seleccionado en Perú para propósitos comerciales, conocido como H3 (Ministerio de Agricultura 2004).

Las líneas parentales de este híbrido se obtuvieron de las Poblaciones 24 de maíz del CIMMYT - Antigua Veracruz y Sintético Amarillo Tar Spot Resistant. La primera población se formó al combinar colecciones de maíz de Veracruz 181 y Antigua Grupo 2, pertenecientes a la raza Tuxpeño. La otra población comprendía individuos de diferentes poblaciones de maíz amarillo que mostraban resistencia a Tar Spot, causada por *Phyllacora* spp.

Este caso confirma que es ventajoso para los programas nacionales seleccionar y evaluar los materiales previamente seleccionados y disponibles a través del CGIAR, para garantizar su adaptabilidad a las condiciones climáticas nacionales y las preferencias de los agricultores locales. Es también un ejemplo claro de la interdependencia entre países. Para los cultivos más importantes, las variedades con mayor éxito son, a menudo, el resultado de innumerables cruces entre materiales de diferentes partes del mundo.

### **Caso 6. Chocho: un ejemplo de mejoramiento de germoplasma introducido para el beneficio de Ecuador<sup>11</sup>**

En 1983, los Bancos de Germoplasma de Cultivos Andinos se iniciaron en Ecuador, liderados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Santa Catalina, en Quito. En esta actividad, la variabilidad genética de los granos, tubérculos, raíces y algunas frutas andinas nativas fue recolectada en un alto porcentaje. Entre

<sup>9</sup> Miguel Barandiarán. Director General, Dirección de Investigación Agraria, INIA, Perú.

<sup>10</sup> Híbrido simple: material híbrido resultante del cruzamiento de dos líneas parentales diferentes

<sup>11</sup> Eduardo Peralta. Líder del Programa de Leguminosas y Granos Andinos, INIAP, Ecuador.

los granos andinos, 257 accesiones de chocho o tarhui (nombres con los que se conoce en los Andes ecuatorianos al *Lupinus mutabilis*) conformaron el primer grupo de accesiones del Banco de Germoplasma del INIAP<sup>12</sup>. Esta colección fue sometida a una intensa caracterización morfológica y evaluación agronómica por parte del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF) del INIAP. Muchas características de interés fueron reportadas en esta colección; sin embargo, la precocidad dentro de la colección no era una característica presente.

En esa época, en la región andina las instituciones dedicadas a la investigación científica intercambiaban libremente germoplasma promisorio y los viajes de recolección conjuntos eran una práctica común. En 1992, dentro de este marco de cooperación y con el apoyo de proyectos e instituciones regionales e internacionales, se introdujeron al INIAP unas pocas poblaciones de chocho de Perú y Bolivia que fueron evaluadas en las principales zonas de producción de las tierras altas de Ecuador. Las mejores líneas de esta colección se almacenaron en el banco genético del INIAP. Posteriormente, el material fue evaluado por su capacidad de adaptación y estabilidad en ambientes diferentes. La introducción ECU 2659 destacó como la más prometedora por su capacidad de adaptación, estabilidad, alto rendimiento, calidad de grano y, especialmente, por su precocidad, en comparación con el resto de los materiales de la colección. En 1997, la responsabilidad de continuar con la investigación fue transferida del Programa de Cultivos Andinos al Programa Nacional de Leguminosas Andinas y Cereales. En 1999, este programa distribuyó el material como la primera variedad mejorada

de chocho en Ecuador con el nombre de INIAP-450 Andino (Peralta et ál. 1999).

Este conjunto de genotipos, originario de un país cercano, se destacó sobre todo por su precocidad en relación con el germoplasma local. Mientras los genotipos locales se cosechan entre once y catorce meses después de la siembra, estos materiales se cosechan entre seis y ocho meses. Debido al largo intervalo entre la siembra y la cosecha, los genotipos nativos enfrentan muchos más riesgos: heladas, granizadas, lluvia excesiva o sequía. La variedad INIAP-450 Andino mejoró la cosecha de 400 kg/ha con las variedades nativas a 1350 kg/ha de rendimiento promedio con Andino. La precocidad, la morfología y la calidad de la nueva variedad, sumadas a las características agronómicas y a un mejor manejo agronómico, incentivaron el cultivo y el consumo de chocho, que antes de 1997 eran muy marginales en la zona rural y objeto de prejuicios en las ciudades.

Mediante un proceso de difusión, promoción, capacitación, fitomejoramiento participativo, evaluación con comités de investigación agrícola local (CIALs), se logró difundir la variedad a lo largo de toda la sierra y a la vez se estimuló el consumo como alimento en todos los estratos sociales, enfatizando su valor nutritivo y funcional (Villacrés et ál. 2003). De manera paralela se apoyó el mejoramiento de la agroindustria local, organizada en pequeñas empresas familiares, las cuales empezaron a ofertar producto de alta calidad empacado en condiciones adecuadas. Se logró pasar de un producto de consumo marginal a producto gourmet y de exportación (Villacrés y Peralta, 2006).

En comunidades pobres de la provincia de Cotopaxi –zona central altoandina del país– donde el

trabajo es participativo, se estima que más del 70% de los agricultores están sembrando la variedad y las superficies de siembra se incrementan significativamente en número y tamaño cada año. En 1999, en Ninin Cachipata y en comunidades de Chaluapamba, dos familias empezaron a cultivar esta variedad; en la actualidad, la siembran 96 de un total de 120 familias. Vale la pena señalar que en estos sitios no hay agentes de extensión. En Chimborazo y Bolívar se retomó el cultivo del chocho con esta variedad y en 3 provincias del sur del país se introdujo la costumbre del consumo y siembra con INIAP 450 Andino. En este periodo surgieron 4 empresas agroindustriales, que ofrecen chocho de alta calidad; generalmente procesan materia prima de esta variedad, ya que es muy uniforme (Peralta y Caicedo, 2000). Esto les ha permitido ofrecer el chocho en presentaciones diferentes en todo tipo de negocios, desde bares y tiendas pequeñas a grandes cadenas de productos alimenticios.

Hoy en día, gracias a la variedad INIAP 450 Andino, el cultivo y el consumo de chocho se han convertido en emblemáticos en Ecuador, con énfasis en las provincias más pobres y marginales (Peralta, 2004, 2006). En el campo el chocho contribuye a aliviar la pobreza y a mejorar la alimentación y nutrición; en las ciudades forma parte de la alimentación de adultos y niños de todos los estratos de la sociedad ecuatoriana.

Este ejemplo muestra la importancia de tener acceso a materiales colectados de varios países para contribuir a la búsqueda de variedades que respondan a las necesidades locales. Sin el acceso a materiales precoces de chocho de países cercanos, el resurgimiento del chocho como ingrediente clave en la alimentación ecuatoriana quizá no habría sido posible.


<sup>12</sup> El chocho es una leguminosa originaria de los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú. Por su alto contenido de proteína, superior al de la soya, es un cultivo de mucho interés como alimento humano y animal.



## Comentarios finales

Estos casos demuestran que la capacidad de seleccionar y producir materiales óptimos para los agricultores se basa en la posibilidad de acceder a una gama lo más amplia y diversa posible de RFAA. El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura provee el marco

legal para garantizar el fácil acceso a grandes colecciones de RFAA de los cultivos más relevantes para la agricultura - el sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios -. Algunos de los ejemplos de este artículo, como los del chocho, el cacao y el forraje *Cratylia*, demuestran que la investigación sobre materiales que no están en el Anexo I del Tratado y

que por tanto no están incluidos en su sistema multilateral - es de importancia fundamental para los países latinoamericanos. Las instituciones de investigación y los países cuyos agricultores necesitan más y mejores materiales no incluidos en el sistema multilateral deben estudiar los modos de afrontar el hecho de no contar con acceso facilitado a RFAA. 

## Literatura citada

- Argel, PJ; Hidalgo, C; González, J; Lobo, M; Acuña, V; Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv.) O Kuntze): una leguminosa arbustiva para la ganadería de América tropical. San José, CR, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 22 p.
- Bellotti, AC. 2002. Arthropod pests. In Hillocks, RJ; Tresh, JM; Bellotti, AC. (eds.) Cassava: Biology, production and utilization. Wallingford, UK, CAB International. p. 209-235.
- \_\_\_\_\_; Smith, L; Lapointe, SL. 1999. Recent advances in cassava pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 343-370.
- Caicedo, C; Peralta, E; Villacrés, E; Rivera, M. 2001. Poscosecha y mercadeo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. Quito, EC, Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, Boletín Técnico No. 105. 47 p.
- Davidson, C. 2006. The Americas: A rational and effective conservation strategy for plant genetic resources. Prepared for the Global Crop Diversity Trust. 31 p.
- Edey, LA; Grof, B. 1983. Selecting cultivars from naturally occurring genotypes: evaluating *Stylosanthes* species. In McIvor, JG; Bray, RA (eds.). Genetic resources of forage plants. Melbourne, AU, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. p. 217-232.
- Engels, JMM. 2006. The establishment of CacaoNet - a global network for cacao genetic resources. Background material for the 15th International Cocoa Research Conference. San José de Costa Rica, October, 2006.
- Gultinan, MJ. 2007. Recent advances and future directions in the applications of biotechnology to the improvement of *Theobroma cacao* L. The chocolate tree. In Pua, E; Davey, M. (eds.). Biotechnology in Agriculture and Forestry - Transgenic Crops V. Berlin, DE, Springer Verlag. 25 p.
- Hernández Xolocotzi, E. 1973. Plant introduction and germplasm of *Phaseolus vulgaris* and other food legumes. In Wall, D. (ed.) Potential of field beans and other food legumes in Latin America. Cali, CO, CIAT. p. 253-258.
- Kelly, JD. 2000. Enola yellow bean patent. *Michigan Dry Bean Digest* 24: 2-3.
- Krapovickas, A; Gregory, WC. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia* 8: 1-186.
- Lewis, GP. 1987. Legumes of Bahia. Kew, UK, Royal Botanic Gardens. 369 p.
- \_\_\_\_\_; Schrire, B; Mackinder, B; Lock, M. 2005. Introduction. In Lewis, GP; Schrire, B; Mackinder, B; Lock, M. (eds.). Legumes of the World. Kew, UK, Royal Botanic Gardens. p. 1-12.
- Navarro Sandoval, FJ; Lépiz Ildefonso, R. 1983. Frijol en el Noroeste de México. México DF, MX, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 69 p.
- Pallottini, L; García, E; Kami, J; Barcaccia, G; Gepts, P. 2004. The genetic anatomy of a patented yellow bean. *Crop Sci.* 44:968-977.
- Peralta, E. 2004. Los granos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Chocho o tauri (*Lupinus mutabilis* Sweet) y Amaranto o Ataco (*Amaranthus* spp.) en el Ecuador, veinte años después. In Memorias del XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos [Cochabamba, Bolivia, 3-6 febrero 2004]. p. 28.
- \_\_\_\_\_. 2006. Los cultivos andinos en Ecuador. Bancos de Germoplasma, fitomejoramiento y usos: pasado, presente y futuro. In Memorias XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos [Quito, Ecuador 17-23 julio 2006]. INIAP, PUCE. p 15.
- \_\_\_\_\_; Caicedo, C. (Comps.). 2000. Zonificación potencial, sistema de producción y procesamiento artesanal de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. Quito, EC, Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, Boletín Técnico No. 89. 38 p.
- \_\_\_\_\_; Caicedo, C; Murillo, A; Rivera, M; Pinzón, J. 1999. INIAP 450 Andino. Variedad de chocho para la centro-norte de la Sierra ecuatoriana. Quito, EC, Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina. Tríptico.
- Perú. Ministerio de Agricultura. 2004. Nuevo híbrido: híbrido simple INIA-605 Perú. Cadena productiva de maíz amarillo duro, avicultura y porcicultura. Dirección General de Producción Agraria Boletín No.1:13. Consultado el 13 julio 2007. [http://www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/maiz\\_doc1.pdf](http://www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/maiz_doc1.pdf)
- Phillips-Mora, W; Mora, A; Johnson, E; Astorga, C. 2006b. Recent efforts to improve the genetic and physical conditions of the international cacao collection at CATIE. In Proceedings 15th International Cocoa Research Conference [San José, Costa Rica, 9-14 October 2006]. Cocoa Producers' Alliance (COPAL) / CATIE. 14 p.
- \_\_\_\_\_; Ortiz, CF; Aime, MC. 2006a. Fifty years of frosty pod rot in Central America: Chronology of its spread and impact from Panamá to Mexico. In Proceedings 15th International Cocoa Research Conference [San José, Costa Rica, 9-14 October 2006]. Cocoa Producers' Alliance (COPAL) / CATIE. 11 p.
- Pizarro, EA; Coradin, L. (eds.). 1995. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller sobre *Cratylia* [Brasilia, Brasil, 19-20 julio 1995]. EMBRAPA, CENARGEN, CPAC, CIAT. 97 p.
- Schrire, BD. 2005. Tribe Phaseoleae. In Lewis, GP; Schrire, B; Mackinder, B; Lock, M. (eds.). Legumes of the World. Kew, UK, Royal Botanic Gardens. p. 393-431.
- Schultze-Kraft, R; Clements, RJ. 1995. Centrosema (Leguminosae-Papilionoideae). In Smartt, J; Simmonds, NW (eds.). Evolution of crop plants. Essex, UK, Longman Scientific & Technical. 2 ed. p. 255-258.
- Vargas Bonilla, HL; Rey Bolívar, L; Arias Victoria, B; Bellotti, AC. 2002. Nataima-31, variedad de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) resistente a mosca blanca (*Aleurotrachelus socialis* Bondar) para el valle cálido del Alto Magdalena. Tolima, CO, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 4 p.
- Villacrés, E; Peralta, E. 2006. El aporte de la investigación a la agroindustria y transformación del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). In Memorias XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos [Quito, Ecuador 17-23 julio 2006]. INIAP, PUCE. p. 36.
- \_\_\_\_\_; Peralta, E; Álvarez, M. 2003. Chochos en su punto. Recetario. Quito, EC, Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, Boletín Técnico No. 89. 43 p.
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Cali, CO, CIAT. 87 p.
- \_\_\_\_\_. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) - Legado de variedades de América Latina 1930-1999. Cali, CO, CIAT. 195p.