

# AGENDA TEMÁTICA PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE PARIENTES SILVESTRES DE CULTIVOS DE IMPORTANCIA PARA LA ALIMENTACIÓN EN COLOMBIA





# Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia

## Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas

Carolina Londoño Zárate



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente,  
Vivienda y Desarrollo Territorial  
República de Colombia





© Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2011

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 2011

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

### Contribución IAvH 463

#### Revisión técnica

Hernando García

#### Coordinación editorial y corrección de estilo

María Ángela Guzmán Vargas y Miguel Olaya

#### Diseño

John Khatib / Carlos González (ediprint.com.co)

#### Impresión

Alianza Ediprint Ltda. - Guerra Editores

ISBN: 978-958-8343-58-7

Primera edición, 2011: 1.000 ejemplares

Impreso en Bogotá, D. C., Colombia

Documento preparado en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el marco del Convenio 06-10-068 con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

CITACIÓN SUGERIDA: Londoño, C. 2011. Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia. Estrategia Nacional de Plantas. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 60 págs.

## Índice de autores

Carolina Londoño Zárate  
Consultora - Instituto Humboldt  
clonzar@gmail.com



ECOLÓGICO  
MINIMO IMPACTO AMBIENTAL

Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia: estrategia nacional para la conservación de plantas / Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Carolina Londoño Zárate. -- Bogotá: Instituto Humboldt, 2011. 84 p.; 22 x 21 cm.

- I. Autor
- II. Título
1. Investigación agraria
2. Seguridad alimentaria
3. Conservación de los recursos
4. Conservación de la diversidad biológica
5. Parientes silvestres

639.99 -- CDD 21

ISBN: 978-958-8343-58-7

Número de contribución: IAVH 463

Registro en el Catálogo Humboldt: 14865



Presidencia

**Juan Manuel Santos Calderón**

Presidente de la República



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente,  
Vivienda y Desarrollo Territorial  
República de Colombia

**Beatriz Uribe Botero**

Ministra de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

**Carlos Castaño Uribe**

Viceministro de Ambiente

**Xiomara Sanclemente**

Directora de Ecosistemas

**Zoraida Fajardo Rodríguez**

Coordinadora Grupo de Gestión en Biodiversidad



**Brigitte L G Baptiste Ballera**

Directora General

**Jerónimo Rodríguez**

Subdirector Científico

**Ricardo Carrillo**

Asesor de Planeación

## **AGRADECIMIENTOS**

*Los autores agradecen especialmente a las instituciones y personas que aportaron a la formulación de esta agenda.*

*A Leonardo Galindo, Oscar Estrada y Rosana Pineda por sus comentarios sobre el plan de acción contenido en esta agenda.*

*A Juan Diego Palacio por su acompañamiento en la elaboración de este documento, sus comentarios y aportes.*

*A la Dra. Zaida Lentini por sus sugerencias con respecto a los avances nacionales sobre parientes silvestres.*

*A Rodrigo Moreno, Sebastián Restrepo, Carolina Villafañe y María Andrea Orjuela, del Instituto Humboldt, por su interés y colaboración.*

# Índice

- 7 / PRÓLOGO
- 9 / PRESENTACIÓN
- 11 / INTRODUCCIÓN
- 15 / ANTECEDENTES NORMATIVOS Y DE POLÍTICA
  - 15 / Antecedentes nacionales de política
  - 17 / Antecedentes internacionales de política
- 27 / AGENDA PARA LA CONSERVACIÓN Y EL USO SOSTENIBLE DE PARIENTES SILVESTRES DE CULTIVOS DE IMPORTANCIA PARA LA ALIMENTACIÓN
  - 28 / Marco metodológico de la agenda
  - 37 / Diagnóstico
  - 45 / Alcances de la agenda
  - 46 / Recomendaciones
  - 46 / Glosario
  - 49 / Bibliografía
- 51 / ANEXO: ACCIÓN PARA EL CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE PARIENTES SILVESTRES DE CULTIVOS EN EL ÁMBITO DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS, OGM
  - 51 / Parientes silvestres de arroz cultivado (*Oryza sativa* L.)
  - 56 / Parientes silvestres de la yuca cultivada (*Manihot esculenta* Krantz)
  - 60 / Bibliografía





## Prólogo

Colombia cuenta con una superficie continental equivalente al 0,7% de la del globo, posee cerca de 14% de las especies de plantas y animales conocidas por la ciencia y se perfila como centro de origen de recursos genéticos importantes para la agricultura, la medicina y la agroindustria. Esta enorme riqueza es un compromiso y oportunidad para lo cual se requieren acciones encaminadas a su conocimiento, conservación y uso sostenible; también para la distribución justa y equitativa de beneficios.

Bajo esta premisa, Colombia fue uno de los 150 (en la actualidad 193) países firmantes del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) en el marco la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro en 1992. Este convenio fue ratificado por el Congreso de la República mediante la Ley 165 de 1994. En este sentido, y en desarrollo del marco constitucional de la Carta Política de 1991, se expidió la Ley 99 de 1993 a través de la cual creó el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y el Sistema Nacional Ambiental, Sina.

De manera particular, fue interés de este Ministerio avanzar en el conocimiento que permitiera sustentar las decisiones alrededor de la gestión en biodiversidad y desarrollar productos específicos en temas identificados como prioritarios en el corto plazo en el marco de la gestión adaptativa de la biodiversidad en el contexto del cambio global. Este es el caso de las poblaciones silvestres que tienen algún potencial de utilidad para la alimentación.

A través de la suscripción del Convenio n.º 06 de 2010 de Asociación entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, se generaron importantes insumos técnicos en dicha materia y se obtuvo la *Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia*.

Esta agenda tiene como objetivo definir actividades prioritarias en el plano nacional entre los actores relevantes que integran el Sistema Nacional Ambiental, hacer un diagnóstico de los avances con una agenda metodológica y proponer medidas para continuar su desarrollo de forma concertada.

Se espera que este documento se convierta en una guía orientadora y facilitadora de los procesos de evaluación del riesgo de pérdida de diversidad genética de las poblaciones silvestres que actualmente se adelantan en Colombia y que estos esfuerzos se sigan replicando, amplíen nuestra base de conocimiento y acción, y se deriven finalmente en un sistema consolidado de seguimiento y evaluación sobre el estado de conservación de nuestra biodiversidad.

**Xiomara Sanclemente**

Directora de Ecosistemas

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial



## Presentación

Como parte de su misión, y de acuerdo con sus compromisos para salvaguardar los ecosistemas y sus servicios asociados, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, representado por la Dirección de Ecosistemas, suscribió con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt el Convenio de Cooperación 10-068.

En el marco de dicho convenio, el Ministerio y el Instituto generaron una serie de publicaciones con el propósito de llenar vacíos de información o consolidar la existente en aras de proveer herramientas técnicas para la toma de decisiones, así como analizar el estado de conocimiento actual.

*Guía metodológica para el análisis de riesgo de extinción de especies en Colombia* establece un vínculo entre las orientaciones globales generadas desde la UICN con su aplicación en Colombia, además de ofrecer lineamientos de aplicación práctica para posibles evaluadores.

*Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia* se enfoca en uno de los temas de mayor vigencia en la actualidad, como son los páramos de Colombia, con una propuesta de criterios de delimitación de dichos ecosistemas tanto desde el punto de vista ambiental como desde el ecológico, teniendo presente la interacción del ser humano con ellos y cómo ha influido en su transformación.

*Agenda temática para la conservación y uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia*. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas propone una agenda temática de estudio de los parientes silvestres de las especies más comúnmente cultivadas para la alimentación, y las oportunidades y riesgos que presentan. Así mismo, realiza una síntesis del estudio de los parientes silvestres de organismo vivos modificados en Colombia, que se centran especialmente en los géneros *Manihot* y *Oryza*.

*Biodiversidad y territorio: elementos para la gestión adaptativa frente al cambio global*, como ejercicio de concreción de la nueva política de biodiversidad, pretende contribuir al entendimiento de nuestro país, para que la sociedad pueda abrazar el conocimiento de su biodiversidad, y a través de este, mejorar la forma como vive y habita en el territorio.

Estas iniciativas de publicaciones han sido factibles gracias al apoyo de la Dirección de Ecosistemas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, para promover y continuar la investigación y generación de conocimiento en estos temas de relevancia para Colombia.

**Brigitte LG Baptiste**

Directora General

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt



## Introducción

Con la entrada en vigor del Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB, se comenzó a valorar la importancia fundamental de la biodiversidad, y en particular de las plantas, en el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de su vínculo con el potencial de desarrollo de las economías nacionales y locales. Este vínculo redundaba en alivio de la pobreza y la seguridad alimentaria, así como con el abastecimiento de otros bienes y servicios fundamentales para la humanidad. Las plantas proporcionan servicios como la fijación de nitrógeno, la captura de dióxido de carbono, la formación, productividad y estabilidad de los suelos que permiten el funcionamiento de los ecosistemas. Igualmente proveen a la humanidad de fibras, ceras, perfumes y, por supuesto, alimentos (Secretaría del CDB, 2009).

Sin embargo, la crisis de la seguridad alimentaria mundial, sumada a los eventos climáticos extremos producidos por el cambio climático, como las sequías, inundaciones y epidemias, está contribuyendo a una crisis por alimentos sin precedentes. Frente a este escenario, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, particularmente la agrobiodiversidad —las plantas, animales y microorganismos usados para la alimentación y la agricultura— deben asumir mayor prioridad.

En la III Reunión de la Conferencia de las Partes del CDB, realizada en Buenos Aires, Argentina, en noviembre de 1996, se decidió establecer un programa multianual sobre agrobiodiversidad que permitiera promover, entre otras actividades, la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos de valor actual o potencial para la alimentación y la agricultura. Estos representan una de las dimensiones de la agrobiodiversidad, constituyen las unidades principales de producción en la agricultura e incluyen especies cultivadas y sus parientes silvestres.

Los parientes silvestres de cultivos son taxones estrechamente relacionados con especies de importancia socioeconómica que pueden aportar rasgos positivos, como resistencia a plagas y enfermedades y mejorar el rendimiento de los cultivos. Además, los genes que provienen de parientes silvestres pueden ser fuente importante en la búsqueda de alternativas de bienestar humano y de alivio del hambre y la pobreza, mediante la mejora de la producción de alimentos en cuanto a calidad o cantidad y el soporte de seguridad alimentaria a largo plazo (Bioversity International, 2006). Por lo anterior, se hace fundamental la conservación y la utilización sostenible de parientes silvestres que contribuyan al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, dentro de los que se encuentra erradicar la pobreza extrema y el hambre. Adicionalmente, los parientes silvestres

son de gran importancia como fuente silvestre de nutrición, medicina y otros usos directos para muchas comunidades rurales de todo el mundo, así como al mantenimiento de los servicios de los ecosistemas (Hoyt, 1992).

A pesar de las ventajas que ofrecen los parientes silvestres, su diversidad genética está en riesgo en estado silvestre debido principalmente a la pérdida y alteración de sus hábitats, cambios en prácticas agrícolas, contaminación genética y rangos de distribución restringidos (Maxted *et ál.*, 2008). Es alarmante el actual nivel de pérdida de información genética asociado a la diversidad de plantas silvestres y cultivadas. La acumulación material y cultural de ellas, producto de un lento proceso de adaptación de miles de generaciones de muy diversas culturas humanas, hoy se encuentra al borde de la desaparición. De las casi 3.000 especies vegetales usadas por el ser humano para resolver la necesidad de alimentación, principalmente hoy solo se cultivan de manera significativa tres docenas de ellas. Trigo, arroz, maíz, papa, yuca y soya son las plantas con mayor producción. En cambio, el enorme potencial de plantas silvestres y cultivadas se encuentra condenado a la marginalidad por su origen étnico y cultural (Ospina, 2006).

Afortunadamente existen instrumentos internacionales como el Convenio de Diversidad Biológica (adoptado en Colombia mediante la Ley 165 de 1994) y la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Wust, 2005) (aprobada mediante la Decisión 523 de 2002 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores), que buscan proteger la biodiversidad a través de prácticas de conservación y uso sostenible. Dentro de la Estrategia Regional se da especial relevancia a la agrobiodiversidad por su importancia para el desarrollo económico de la subregión y como un mecanismo de protección a las especies nativas que sustentan la base alimentaria de las comunidades locales.

Es el momento de asumir retos y responsabilidades de cara al nuevo decenio. La situación mundial frente a la seguridad alimentaria, además de la condición de Colombia como uno de los países más biodiversos, y el potencial de desarrollo agrícola del territorio nacional determinan la necesidad de diseñar una agenda de investigación sobre parientes silvestres de especies prioritarias en Colombia. Esta agenda está dirigida al cumplimiento de las metas 9, 12 y 13, entre otras, de la Estrategia Mundial para la Conservación de Especies Vegetales, así como de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, principalmente el objetivo 1 (erradicar la pobreza y el hambre) y el 7 (garantizar la sostenibilidad del medio ambiente).

De igual manera, adelantar acciones de investigación sobre esta materia contribuye a la generación y consolidación de información técnico-científica, fundamental para el apoyo y soporte a la toma de decisiones en materia de biodiversidad, como es el caso de levantamiento del inventario nacional de biodiversidad, bioseguridad sobre OGM y especies exóticas, bioprospección, investigación científica en diversidad biológica, acceso a recursos genéticos, conocimientos tradicionales asociados a la biodiversidad, derechos de propiedad intelectual, entre otros aspectos.

Atendiendo lo anterior, el Instituto Humboldt ha determinado que un Programa de Investigación sobre Parientes Silvestres deberá abordar de manera relevante los siguientes temas:

- Diagnóstico y línea base del estado de conocimiento en el país sobre parientes silvestres de plantas cultivadas.
- Determinación de especies y grupos taxonómicos prioritarios.
- Evaluación de amenazas a las poblaciones de especies de parientes silvestres prioritarias, así como evaluación del estado actual de conservación de las mismas.
- Levantamiento de información primaria y secundaria sobre presencia y distribución de poblaciones de parientes silvestres, que incluya presencia de especies prioritarias en áreas protegidas.
- Definición de estrategias y acciones de conservación *in situ* y *ex situ*.
- Definición de acciones de bioprospección con parientes silvestres en el marco de la seguridad alimentaria nacional.
- Definición de acciones de uso sostenible de parientes silvestres con diferentes finalidades.
- Diseño de un programa de educación y concienciación pública.
- Consolidación de un sistema de información sobre parientes silvestres.

El diseño e implementación de las anteriores líneas temáticas requiere de una agenda de trabajo conjunto que convoque a diferentes actores con competencia en el tema, incluyendo entre otros a entidades estatales, entes académicos e investigativos, gremios de la producción, sector comunitario y entes de financiación nacionales e internacionales.

Por lo tanto, esta propuesta tiene el objetivo de definir actividades prioritarias a nivel nacional entre los actores relevantes que integran el Sistema Nacional Ambiental, hacer un diagnóstico de los avances con base en una agenda metodológica y proponer medidas para continuar su desarrollo de forma concertada.





# Antecedentes normativos y de política

## Antecedentes nacionales de política

### Constitución Política de Colombia

La Constitución Política de 1991 (Linares, 2001) se reconoce como la «Constitución Verde», pues define una serie de principios dirigidos a la protección de los recursos naturales y del medio ambiente al tiempo que establece derechos y obligaciones tanto para el Estado como para los particulares.

En el marco constitucional de esta agenda se diferencian tres grupos de principios. Por un lado, los que consagran obligaciones o deberes del Estado y los particulares con respecto a la protección de los recursos naturales y del medio ambiente (artículos 8, 79, 80 y 334). Por otro lado se encuentran los que determinan la obligación del Estado en la protección de la producción de alimentos, a través de actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales y de adecuación de tierras que comprende la atención y la solución de necesidades insatisfechas de salud (48, 49, 334 y 366).

Un tercer grupo comprende los que reconocen deberes y derechos de grupos étnicos relativos a su cultura y tradiciones y determinan la protección de los recursos naturales y las prácticas tradicionales de producción (artículo 330 y artículo transitorio 55).

La carta política delega en el Estado la función de garantizar la producción de alimentos a los ciudadanos, pero a su vez impone la obligación, tanto al Estado como a los particulares, de proteger el medio ambiente y los recursos naturales, de manera que la garantía en el cumplimiento de derechos y deberes se condiciona a la actuación armónica de toda la población nacional.

Teniendo en cuenta que garantizar la seguridad alimentaria en el país está condicionado por el mantenimiento de variedades criollas por parte de las comunidades locales, así como por líneas de mejoramiento genético o variedades comerciales, resulta alentador que la Constitución reconozca la identidad cultural de los grupos étnicos del país y sus obligaciones en la preservación de los recursos naturales de los cuales dependen para su subsistencia.

### Políticas

Las políticas responden directamente a las obligaciones asumidas por Colombia luego de la ratificación del CDB, de manera que establecen las pautas para lograr la conservación y el uso

sostenible de la biodiversidad, dentro de lo cual se identifican los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, RFAA.

Una de las dimensiones de los RFAA son los parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación, que se reconocen en la Política Nacional de Biodiversidad por el uso tradicional que le han dado las comunidades, así como las plantas cultivadas como producto del manejo de la biodiversidad.

Además, dentro de los lineamientos estratégicos de la Política de Participación Social en la Conservación se encuentran los sistemas agrarios para la conservación, con el propósito de modificar el modelo de desarrollo agrario implementado en el país, mediante la planificación de las fincas de las comunidades que cohabitan en los parques nacionales naturales, con el objeto de responder a sus necesidades productivas. Y estas necesidades se sustentan en la oferta de parientes silvestres de plantas cultivadas.

Por su parte, la Política de Humedales Interiores de Colombia (Ministerio del Medio Ambiente, 2002) contribuye al marco político de esta agenda al proponer directrices para la conservación de estos ecosistemas que, entre otros aspectos, constituyen el hábitat del cultivo de arroz en el país, fundamental en la dieta de los colombianos.

La Política Nacional de Investigación Ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2001) reconoce la diversidad natural y cultural del país y se fundamenta en el diálogo de saberes entre el conocimiento científico y el saber tradicional, espacio fundamental para la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos.

Y, por último, los lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Sinap, como su nombre lo indica, dan las pautas para lograr los compromisos adquiridos por Colombia en cuanto a conservación *in situ* de la biodiversidad, herramienta también incluida en el plan de acción que se presenta más adelante en esta agenda.

El marco regulatorio para la protección de la flora en Colombia parte de la ratificación del CDB y su aprobación mediante la Ley 165 de 1994, la creación de la Ley 299 de 1996 por la cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones, y la aprobación del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del CDB, por medio de la Ley 740 de 2002. Adicionalmente, se considera relevante la adopción del Decreto 309 de 2000 por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.

La normativa en materia de flora está dirigida a la creación de instrumentos de planificación que garanticen la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, al tiempo que fomenta la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de la diversidad biológica y

todos sus componentes, desde los recursos genéticos hasta los ecosistemas, como es el caso del Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica.

El Estado, en su deber constitucional de garantizar la protección del medio ambiente y los recursos naturales, protege expresamente la flora y establece las condiciones para el funcionamiento de los jardines botánicos y define su función.

## Antecedentes internacionales de política

### Iniciativas vinculantes

#### Convención de Ramsar (Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas)

Fue adoptada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975, con el objeto de «contribuir a la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo». En Colombia se aprobó su adhesión mediante la Ley 357 de 1997.

En 2008, en la X Conferencia de las Partes de la Convención se reconoció la importancia de los arrozales como sistemas de humedales de importancia mundial, se señalaron las interdependencias entre la salud humana, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y el manejo sostenible de los humedales y se instó a las Partes Contratantes «a fortalecer la colaboración y procurar nuevas asociaciones entre los sectores interesados en la conservación de los humedales, el agua, la salud, la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza».

Por lo anterior, la Convención Ramsar aparece como un escenario en el marco político de interés para la conservación y uso sostenible de los parientes silvestres, con énfasis en aquellas especies asociadas a los ecosistemas de humedales a lo largo del territorio nacional, como es el caso de los parientes silvestres de arroz que serán desarrollados en el anexo de la presente publicación.

#### Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Cites

Se firmó en 1973 en Washington, D. C. y entró en vigor en 1975, como una herramienta de regulación del comercio internacional de fauna y flora silvestres, con el objeto de asegurar su conservación y uso sostenible a través del establecimiento de un marco jurídico internacional y de unos procedimientos que prevengan la importación, exportación y reexportación de especies

amenazadas. Para tales efectos establece tres apéndices, en los que se incluyen especies de fauna y flora con diferentes condiciones, así:

Apéndice I: Especies que están en peligro de extinción, y cuyo comercio internacional está prohibido, excepto cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.

Apéndice II: Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. El comercio internacional de especímenes de estas especies se puede autorizar por medio de un permiso de exportación o un certificado de reexportación.

Apéndice III: Especies incluidas por solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar su explotación insostenible o ilegal. Solo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

Aunque el proceso de investigación y gestión de los parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación en Colombia es aún incipiente y, por lo tanto, no existe un libro rojo al respecto, la Cites y su ratificación en Colombia mediante la Ley 17 de 1981 establecen el escenario propicio de regulación para el comercio estos organismos, de manera que se contribuya a su conservación y uso sostenible.

## Convenio sobre la Diversidad Biológica, CDB

Aprobado en 1992 en la Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, dirige sus esfuerzos a la articulación entre los propósitos de conservación y el objetivo del uso sostenible de los recursos biológicos. En Colombia se ratificó mediante la Ley 165 de 1994.

En la Decisión III/11 de la COP3 del Convenio se estableció un programa multianual sobre agrobiodiversidad que permitiera promover, entre otras actividades, la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos de valor actual o potencial para la alimentación y la agricultura, que incluyen los parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación, una de las dimensiones de los recursos fitogenéticos.

Luego, en la Decisión VIII/23, se propuso un marco de trabajo para crear una iniciativa multisectorial sobre biodiversidad para alimentación y nutrición, cuyo objetivo es promover y mejorar el uso sostenible de la biodiversidad en programas que contribuyen a la seguridad alimentaria y a la nutrición humana, como una contribución al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio 1 y 7.

Dicha iniciativa transversal incluye en su objetivo 3 la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres de plantas domesticadas, así como actividades dirigidas a la creación de capacidad para su logro en países con economías en transición.

A continuación se presenta una síntesis de los aportes de las decisiones de la COP del CDB a la conservación y uso sostenible de parientes silvestres.

DECISIÓN DE LA COP	BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA
III/11	<p>Establece un programa multianual sobre biodiversidad agrícola destinado a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover los efectos positivos y mitigar la repercusión negativa de las prácticas agrícolas en la biodiversidad de los agroecosistemas y su interfaz con otros ecosistemas.</li> <li>• Promover la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos relevantes para la agricultura y la alimentación.</li> <li>• Promover la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos.</li> </ul> <p>Se destacan las siguientes disposiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los principales componentes de la biodiversidad en los sistemas de producción agrícola.</li> <li>• Desarrollar prácticas como la agricultura orgánica, el control integral de las plagas, el control biológico, la agricultura sin labranza, los cultivos múltiples, el intercultivo, la rotación de cultivos y la silvicultura agrícola.</li> <li>• Fomentar la conservación in situ y el uso sostenible de la biodiversidad agrícola con base en los conocimientos y prácticas de las comunidades indígenas.</li> <li>• Integrarse con los programas de ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros y marinos.</li> </ul> <p>Dentro de las áreas temáticas se encuentran las fuentes silvestres de alimentos como los parientes silvestres de especies domesticadas.</p>
VIII/23	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece el marco para la formulación de una Iniciativa Multisectorial sobre Biodiversidad para Alimentación y Nutrición e insta a las Partes a incorporarla en las estrategias nacionales de biodiversidad, planes de acción y otras actividades, a fin de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.</li> </ul> <p>Dentro de la propuesta de iniciativa se consideran actividades, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación y uso sostenible de cultivos y sus parientes silvestres.</li> <li>• Transferencia de tecnología para mejorar la capacidad técnica de países en vías de desarrollo y economías en transición sobre parientes silvestres de plantas domesticadas o cultivadas y otras especies importantes.</li> <li>• Investigación sobre especies de plantas nativas, parientes silvestres de plantas domesticadas o cultivadas, con el propósito de mejorar el conocimiento sobre la variabilidad genética, a partir de caracteres importantes para la agricultura, tales como resistencia a factores bióticos y abióticos y valor nutricional.</li> </ul>

## Principios y Lineamientos de Adis Abeba para el Uso Sostenible de la Biodiversidad

Fueron adoptados en la decisión V/24 de la COP del CDB (CDB, 2004) como directrices para lograr el uso sostenible de la biodiversidad, de manera que los procesos ecológicos, las especies y la variabilidad genética permanezcan por encima de los umbrales necesarios para mantener la viabilidad a largo plazo. Por lo tanto, todos los administradores de recursos y los usuarios tienen la responsabilidad de garantizar que ese uso no exceda estas capacidades. En este sentido, es necesario mantener o recuperar la biodiversidad para garantizar que los ecosistemas sean capaces de mantener los servicios ecológicos de los que dependen tanto la diversidad biológica como las personas.

Los principios y lineamientos de Adis Abeba son:

1. Las políticas, normas e instituciones relevantes confluyen en todos los niveles de gobierno y tienen en cuenta las costumbres y tradiciones locales.

2. En un marco de gobierno acorde con las normas internacionales y la legislación nacional, se debe capacitar a los usuarios locales de los componentes de la biodiversidad y respaldarlos con derechos para asumir la responsabilidad por el uso de los recursos en cuestión.
3. Eliminar o mitigar las políticas, leyes y regulaciones internacionales y nacionales, que contribuyan a la degradación de los hábitats o generen incentivos perjudiciales que socaven la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.
4. El manejo adaptativo debe practicarse con base en ciencia y conocimiento tradicional y local; una retroalimentación a partir de la vigilancia del uso, sus impactos ambientales y socioeconómicos y el estado del recurso; y un ajuste del manejo por medio de la retroalimentación oportuna derivada de los procesos de vigilancia.
5. Se deben evitar o minimizar los impactos adversos en los servicios ecosistémicos, la estructura, las funciones, así como en otros componentes de los ecosistemas.
6. Se debe promover y apoyar la investigación interdisciplinaria sobre todos los aspectos del uso y la conservación de la biodiversidad.
7. La escala especial y temporal de manejo debe ser compatible con las escalas socioeconómicas y ecológicas del uso y con sus impactos.
8. Se deben coordinar acuerdos de cooperación internacional donde se tomen de decisiones multinacionales.
9. Se debe aplicar un enfoque participativo e interdisciplinario a los niveles de manejo y gobierno relacionados con el uso.
10. Las políticas internacionales y nacionales deben tener en cuenta los valores actuales y potenciales derivados del uso de la biodiversidad; sus valores intrínsecos y las fuerzas del mercado que afectan sus valores y el uso.
11. Los usuarios de los componentes de la biodiversidad deben minimizar los desechos y los impactos ambientales adversos, así como optimizar los beneficios del uso.
12. Las necesidades de las comunidades locales e indígenas, que dependen de la biodiversidad y se ven afectadas por su uso y conservación, además de sus contribuciones al estado de la biodiversidad, se deben reflejar en la distribución equitativa de los beneficios derivados del uso de tales recursos.
13. Se debe internalizar el costo de manejo y conservación de la biodiversidad en el área respectiva y reflejarlo en la distribución de los beneficios de su uso.

- 14.** Se deben implementar programas de educación y concienciación pública para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, al tiempo que se desarrollen métodos de comunicación más efectivos entre usuarios del recurso y tomadores de decisiones.

Estos principios aportan un marco para el desarrollo de actividades prioritarias en el eje «Uso y manejo» de la Agenda.

### **Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales, EMCEV**

Adoptada en el año 2002 en La Haya, Holanda, en la Decisión VI/9 de la Sexta Reunión de la COP del CDB, su propósito es aminorar, disminuir, contener y mitigar la actual y continua pérdida de la diversidad de especies vegetales, esenciales para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la humanidad, así como contribuir a la mitigación de la pobreza y al desarrollo sostenible. En línea con los objetivos del CDB, la estrategia vincula la conservación con la utilización sostenible y la distribución justa y equitativa derivada de beneficios que implica el uso de la diversidad de especies vegetales.

En la Decisión VII/10 de la COP7 del CDB, se reconocen los aportes del Plan de Acción Mundial para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura al cumplimiento de los objetivos de la estrategia. Por lo anterior, se identifican una vez más los vínculos entre la conservación de la biodiversidad y el logro de la seguridad alimentaria, dentro de los que se enmarca esta agenda.

### **Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica**

Fue adoptado en Montreal en enero de 2000, en el marco del CDB como una obligación para la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a posibles efectos nocivos de los productos de la biotecnología moderna, debido a su potencial para satisfacer necesidades básicas de alimentación, agricultura y servicios sanitarios. Su objetivo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados, OVM, resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.

Reconoce, además de otros postulados, el principio de precaución y la importancia que tienen para la humanidad los centros de origen y los centros de diversidad genética, en donde los parientes silvestres de cultivos son componentes fundamentales. Además, exige el desarrollo de una evaluación de riesgo para el movimiento transfronterizo de organismos vivos modificados destinados para uso directo como alimento humano o animal.

Este protocolo es de relevancia para la agenda porque con él se pretende prevenir los riesgos tanta para la salud humana como para la biodiversidad en el momento en que se liberen OVM en algún país Parte. Para efectos prácticos, y por su carácter vinculante, esta iniciativa provee un marco de acción legal para las empresas que trabajan en mejoramiento genético de cultivos comerciales, en dos ámbitos de acción: tanto en el momento de la introducción o liberación del organismo modificado, que puede desencadenar eventos de introgresión genética que afecten a los parientes silvestres, o en el momento de la selección de caracteres genéticos de interés que se transfieran desde los parientes silvestres a los OVM.

### **Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009)**

Entró en vigor en junio de 2004, con 40 instrumentos de ratificación, pero Colombia tan solo ha suscrito el tratado. Estuvo precedido por el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, aprobado durante la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos celebrada en Leipzig, Alemania, en 1996.

El tratado constituye una plataforma de acción concertada para alcanzar metas de conservación y uso sostenible de los RFAA, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios que se derivan de su uso, de acuerdo con el CDB. En este sentido, se subrayan los artículos 5, 6 y 17 de relevancia para la agenda.

Dentro de los dos primeros artículos se destaca la intención de manejar *in situ* las plantas silvestres afines de las cultivadas para la producción de alimentos, dentro y fuera de áreas protegidas; la realización de inventarios sobre los RFAA y de estudios sobre el grado de variación de sus poblaciones y sus amenazas, además de su ordenación y conservación en las fincas. Además, el artículo 17 plantea la implementación de un sistema mundial de información sobre los RFAA.

### **Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino**

Se desarrolla en el marco de los principios contenidos en el CDB, al tiempo que integra la gestión de la biodiversidad como elemento estratégico y ventaja competitiva del desarrollo de la Comunidad Andina. Fue adoptada por el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, a través de la Decisión 523 de 2002.

En el marco del CDB se definen tres ejes estratégicos complementarios entre sí, en los cuales se circunscriben las líneas de acción. Estos ejes son la conservación, el conocimiento y el uso sostenible, y la distribución de beneficios derivados de la diversidad biológica. Esta estrategia provee un escenario socioeconómico y ambiental de oportunidad para el desarrollo de los países de la Comunidad Andina, por cuanto reconoce el potencial que representa la biodiversidad de la



subregión, como ventaja competitiva para el progreso conjunto bajo los principios de sostenibilidad y equidad.

De acuerdo con el CDB, la estrategia reconoce la importancia de la agrobiodiversidad y determina dos escenarios dentro de la región para la conservación *in situ* de la misma, las áreas protegidas y la conservación realizada por los agricultores mediante los sistemas de cultivos nativos o tradicionales que incorporan la variabilidad genética de los parientes silvestres.

Además, en el análisis sobre la situación actual de la biodiversidad regional se afirma que «si bien son importantes los esfuerzos realizados en la conservación *ex situ*, la utilización de los recursos genéticos conservados es aún muy limitada, principalmente por la falta de caracterización y evaluación (se estima que menos del 50% de las accesiones han sido evaluadas)». Con base en lo anterior, la agenda sugiere que se lleve a cabo la caracterización genética de los parientes silvestres priorizados a nivel nacional, con fines de domesticación o mejoramiento, así como propone actividades integradas de conservación *in situ* y *ex situ*. Por lo tanto, el plan de acción contenido en la agenda se enmarca dentro de los objetivos y prioridades de la estrategia regional.

### Régimen Común de Acceso a Recursos Genéticos

Aprobado por la Decisión 391 de 1996 de la Comunidad Andina de Naciones, CAN, con el objetivo de regular el acceso a los recursos genéticos de los Países Miembros y sus productos derivados, desarrolla los principios básicos establecidos en los artículos 1, 8(j), 15, 16 y 19 del CDB en materia de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios. La decisión regula cómo y bajo qué condiciones puede accederse a recursos genéticos, sus productos derivados y el componente intangible asociado de los cuales los países de la CAN son países de origen. Esta decisión busca normar el flujo de recursos genéticos entre los países de la CAN y, desde ellos, hacia terceros países en condiciones de equidad y equilibrio.

Además, la decisión determina que «es necesario reconocer la contribución histórica de las comunidades indígenas, afroamericanas y locales a la diversidad biológica, su conservación y desarrollo y a la utilización sostenible de sus componentes, así como los beneficios que dicha contribución genera». Además, en el artículo 7, los Países Miembros reconocen y valoran la facultad de dichas comunidades para decidir sobre sus conocimientos, innovaciones y prácticas asociadas a los recursos genéticos y a sus productos derivados. Dicho artículo también establece, como parte de la regulación del acceso a los recursos genéticos, el requisito de explicitar, en anexo al contrato de acceso, la modalidad de distribución justa y equitativa de los beneficios del proveedor del conocimiento tradicional sobre el recurso genético.

En este sentido, la normativa enuncia el derecho de las comunidades a que se les reconozcan sus conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, que incluyen la domesticación de especies de plantas a partir de parientes silvestres y la soberanía que tienen sobre estos recursos. Por lo

tanto, la agenda se enmarca en las disposiciones de esta decisión al propender por la conservación y el uso sostenible de un grupo específico de recursos genéticos y las implicaciones que tiene su acceso para las comunidades locales, mejoradores y comercializadores.

## Régimen Común sobre Propiedad Industrial

Adoptado por medio de la Decisión 486 de 2002 de la CAN con el propósito de regular los distintos elementos de la propiedad industrial (marcas, patentes, secretos empresariales, entre otros), la protección a los elementos de la propiedad industrial, a través del respeto y salvaguarda de su patrimonio biológico y genético, y el conocimiento tradicional de las comunidades indígenas, afrodescendientes y locales. La patente le otorga al titular un derecho exclusivo y temporal para impedir que terceros sin su autorización exploten o se aprovechen de su invención.

La norma plantea que se concederán patentes u otros derechos asegurando que el patrimonio genético y biológico de los países de la CAN sea adecuadamente respetado o, lo que es lo mismo, que no sea afectado o vulnerado de una u otra manera. Asimismo, garantiza que los conocimientos de las comunidades no sean indebidamente afectados. Esto responde a una política subregional que reconoce y afirma la importancia estratégica de los recursos genéticos para los países de la CAN y la necesidad de cumplir con mandatos imperativos y de orden público derivados del CDB y normas nacionales.

Al igual que la decisión anterior sobre acceso a recursos genéticos, esta promueve el respeto por el patrimonio genético, biológico y el componente intangible asociado, propiedad de las comunidades, pero en este caso particular le confiere a su propietario un derecho exclusivo, que para efectos de la agenda sobre parientes silvestres está relacionado con la creación de variedades nativas, locales o tradicionales por parte de las comunidades locales y grupos étnicos, así como la obtención de líneas de mejoramiento genético como los organismos vivos modificados a partir del acervo genético de los parientes silvestres.

## Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de Variedades Vegetales

En 1993, la CAN aprobó este instrumento regional a través de la Decisión 345, que tiene por objeto «a) Reconocer y garantizar la protección de los derechos del obtentor de nuevas variedades vegetales mediante el otorgamiento de un certificado de obtentor. b) Fomentar las actividades de investigación en el área andina. c) Fomentar las actividades de transferencia de tecnología dentro de la subregión y fuera de ella». El ámbito de aplicación de la presente decisión se extiende a todos los géneros y especies botánicas siempre que su cultivo, posesión o utilización no se encuentren prohibidos por razones de salud humana, animal o vegetal.

Con base en los criterios comerciales que debe reunir una nueva variedad vegetal –novedosa (no debe estar más de un año en el mercado), distinguible, homogénea (no debe presentar plantas

diferentes o fuera de tipo) y estable (que sea homogénea en dos generaciones sucesivas— esta decisión, en el marco de la agenda de parientes silvestres, solo aplica para variedades vegetales que reúnan esas condiciones y que eventualmente se hayan obtenido a partir del genoma de parientes silvestres.

### **Sistema Andino José Celestino Mutis sobre Agricultura, Seguridad Alimentaria y Conservación del Ambiente**

Aprobado por la CAN mediante la Decisión 182 de 1983, se define como el conjunto de acciones que permitan proteger a los Países Miembros de los riesgos del desabastecimiento de alimentos y atender las necesidades alimentarias y nutricionales de la población, a través de mejoras en la producción, productividad, tecnología, establecimiento de reservas, comercialización y consumo de alimentos.

La sección séptima de la decisión se refiere particularmente a los instrumentos de conservación, que considera los recursos biológicos. Aunque no se refiere explícitamente a recursos fitogenéticos, es la primera iniciativa que considera la seguridad alimentaria dentro de la agenda regional y, por lo tanto, es un instrumento jurídicamente vinculante de importancia para la agenda de investigación y gestión sobre parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación.

### **Iniciativas no vinculantes**

#### **Objetivos de Desarrollo del Milenio**

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio, ODM (ONU, 2008), adoptados por la comunidad internacional como un marco para las actividades de desarrollo de más de 190 países, han sido desglosados en 20 metas y más de 60 indicadores que envuelven las aspiraciones de desarrollo del mundo en su conjunto. Pero no son solo objetivos de desarrollo, representan valores y derechos humanos universalmente aceptados como la lucha contra el hambre, el derecho a la educación básica, el derecho a la salud y la responsabilidad frente a las generaciones futuras. En el marco de esta agenda, se pretende contribuir al cumplimiento del objetivo 1 (erradicar la pobreza extrema y el hambre) y el 7 (garantizar la sostenibilidad del medio ambiente).



## Agenda para la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación

Durante la elaboración y posterior publicación de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (Samper y García, 2001), se planteó como un mecanismo para su implementación la elaboración de unos proyectos piloto con un claro énfasis en grupos taxonómicos con prioridad de conservación a nivel nacional. En marzo de 2009 se convocó una reunión por parte del Instituto Humboldt y la Red Nacional de Jardines Botánicos, RNJB, en el Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá, para evaluar ocho años después de la publicación de la Estrategia, los avances en su implementación, con un espacio de análisis de las dificultades afrontadas y las experiencias exitosas. Como conclusión de este evento, se vio la necesidad de afrontar la implementación de la Estrategia a través de un proceso de agendas regionales y agendas temáticas. Estas agendas están propuestas como un espacio de construcción de conocimiento útil en la elaboración de planes de manejo de especies prioritarias para la conservación, mediante la integración de acciones tanto de conservación *in situ* y conservación *ex situ* (García *et ál.*, 2010).

Como respuesta a estos requerimientos, el Instituto publicó en 2010 un documento de actualización de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas en el marco de compromisos y avances a nivel internacional y nacional. Este documento además propone una agenda metodológica de investigación y monitoreo, trabajada mediante un proceso de regionalización en todo el país. El presente documento se ha definido como una agenda temática, ya que es una propuesta metodológica de acciones integradas para la construcción de conocimiento con solidez técnica para la toma de decisiones sobre especies prioritarias para la conservación. Estas acciones buscan dar una institucionalidad a estos esfuerzos, mostrando que es posible cumplir con los compromisos asumidos por los diferentes entes territoriales tanto a nivel nacional como regional, a través de una red de colaboración y apoyo con otras instituciones que trabajan por la conservación, desde los inventarios y la taxonomía (herbarios, jardines botánicos, universidades), identificación y seguimiento de poblaciones naturales (corporaciones autónomas regionales, CAR, parques, universidades, ONG), la conservación de especies en colecciones *ex situ* (jardines botánicos, Asociación de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Resnatur, Corpoica, Centro Regional de Agricultura Tropical, CIAT) y

los programas de educación (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, secretarías de educación, jardines botánicos, Resnatur).

En definitiva, estas agendas temáticas de investigación y monitoreo permitirán fortalecer el Sistema Nacional de Información en Biodiversidad, dar soporte a los análisis de cambios de distribución de especies bajo escenarios de cambio climático, formular planes de manejo integral de especies prioritarias para la conservación, apoyar el proceso de categorización a nivel nacional de especies amenazadas, definir prioridades a otras escalas territoriales (áreas prioritarias para la conservación) y fortalecer la institucionalidad a nivel regional en torno a la conservación de la biodiversidad, entre otros.

## Marco metodológico de la agenda

La agenda, como quedó establecido en la agenda de investigación y monitoreo publicada en el documento de actualización de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas (García *et ál.*, 2010), plantea un plan de acción a través de una estrategia integrada de conservación *in situ* y *ex situ*, vinculando la necesidad de conservación de parientes silvestres en el sistema de áreas protegidas a través de acciones que vinculen a las instituciones de conservación *ex situ* y a programas de conservación en paisajes productivos y transformados. De igual manera, se proponen unas acciones orientadas a la integración y consolidación de información sobre parientes silvestres, y al manejo y uso sostenible de estas especies, como un mecanismo de soporte a tomadores de decisiones, a los académicos y a los sectores productivos, en el marco de la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas.

### Eje 1. Investigación, monitoreo y manejo de información

#### Consolidación de un sistema para el manejo de información sobre parientes silvestres

**Objetivo** Consolidar un sistema de información sobre parientes silvestres integrado al Sistema de Información sobre Biodiversidad, SiB.

#### Actividades

- Definición de criterios para la priorización de parientes silvestres (caracteres deseados en los parientes silvestres: que el país sea centro de origen, de domesticación o de diversidad de algún cultivo de interés, que el cultivo sea de importancia para la seguridad alimentaria de comunidades locales o que exista interés en fitomejoramiento).
- Validación de la taxonomía de los parientes silvestres priorizados (taxónomos especialistas, revisión de colecciones de herbario, bases de datos de herbarios internacionales, publicaciones especializadas).
- Identificación y capacitación de actores relevantes.
- Elaboración de un formato para el acopio de información de forma estandarizada: nombre científico, nombre común, estado de conservación, distribución geográfica, agroecosistema que integra, caracteres deseados para domesticación o mejoramiento genético, sistema producción.

- Diseño de un nodo especializado en parientes silvestres en el SiB.
- Estandarización de métodos de acopio, transferencia y manejo de información.
- Capacitación de actores relevantes para el acopio, transferencia y manejo de la información.
- Integración de toda la información al SiB.

### Indicadores

- Criterios para priorización de parientes silvestres definidos.
- Número de parientes silvestres con taxonomía validada.
- Número de actores identificados y capacitados.
- Portal virtual implementado.
- Métodos de acopio, transferencia y manejo de información estandarizados.
- Número de talleres de capacitación desarrollados.
- Información sobre parientes silvestres integrada al SiB.

### Actores

Asociación Nacional de Herbarios, SiB, Tropenbos, Instituto Amazónico de Investigaciones Científica Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, IIAP, Instituto Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, UAESPNN, Fondo Patrimonio Natural, universidades, Corpoica, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

### Identificación de líneas de investigación relacionadas con parientes silvestres

**Objetivo** Identificar y priorizar líneas de investigación relacionadas con parientes silvestres a nivel nacional (Alarcón *et ál.*, 1998; Mace *et ál.*, 2008; Raymond, 2006).

### Actividades

- Generación de investigaciones sobre taxonomía e inventarios, estudios ecogeográficos, demografía, biología molecular, genética de poblaciones, estado de conservación, sistemas de producción agrícolas, identificación de genes de resistencia a plagas y enfermedades.
- Identificación de actores y documentación de sus avances.
- Definición de prioridades de investigación, con base en los avances, en regiones determinadas y según la competencia de la institución.
- Formulación e implementación de investigaciones priorizadas.
- Generación de publicaciones.

### Indicadores

- Número de investigaciones en cada línea, implementadas y divulgadas.
- Número de actores identificados y número de publicaciones con base en información secundaria.
- Matriz con líneas de investigación priorizadas por regiones y según la competencia de la institución.
- Número de investigaciones implementadas por regiones.

- Publicaciones generadas.

### Actores

Asociación Nacional de Herbarios, CIAT, Corpoica, SiB, universidades (carreras de biología, ecología, agronomía), Instituto Sinchi, IIAP, Instituto Humboldt, UAESPNN, Fondo Patrimonio Natural, Tropenbos.

## Caracterización de la diversidad genética de los parientes silvestres priorizados

**Objetivo** Caracterizar la diversidad genética de los parientes silvestres priorizados con el propósito de conocer los fenotipos y genotipos seleccionados para domesticación o fitomejoramiento (Debouck, 1990; FAO, 2008).

### Actividades

- Implementar investigaciones sobre caracterización morfológica o fenotípica: emplear descriptores estandarizados por el antiguo Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (1999), ahora Bioversity International.
- Implementar investigaciones sobre caracterización genética o genotípica (uso de marcadores moleculares dominantes –RAPD, ISSR y AFLP– o codominantes –alozimas y SSR–).
- Divulgar los resultados de las investigaciones sobre caracterización morfológica.
- Divulgar los resultados de las investigaciones sobre caracterización genética.

### Indicadores

- Número de parientes silvestres caracterizados morfológicamente.
- Número de parientes silvestres caracterizados genéticamente.
- Número de publicaciones y talleres sobre caracterización morfológica.
- Número de publicaciones y talleres sobre caracterización genética.

### Actores

Universidades (carreras de biología, agronomía), Corpoica, CIAT, Corporación para Investigaciones Biológicas de Medellín, CIB, y Colciencias.

## Desarrollo de estudios ecogeográficos

**Objetivo** Llevar a cabo estudios ecogeográficos que permitan obtener información de línea base necesaria para el manejo de las poblaciones de los parientes silvestres priorizados (IUCN, SSC, 2008; Hijmans *et ál.*, 2001).

### Actividades

- Identificación taxonómica correcta o validación taxonómica de los parientes silvestres priorizados.
- Investigaciones en sistemática filogenético.
- Realización de estudios ecogeográficos (biología, ecología, fenología, distribución actual y potencial, demografía, resistencia a plagas y enfermedades).



- Determinación de respuesta de los parientes silvestres a variables ambientales, entre ellas la resistencia a estrés hídrico, a plagas y enfermedades.
- Recolección de ejemplares para ingreso en colecciones de referencia (herbario) y de germoplasma para conservación *ex situ* (tener en cuenta descriptores estandarizados por Bioversity International).
- Divulgación de estudios ecogeográficos por pariente silvestre (especie).
- Integración de la información divulgada en el SiB.

### Indicadores

- Número de parientes silvestres con identificación taxonómica correcta o validada.
- Número de parientes silvestres con investigaciones en sistemática filogenético.
- Número de parientes silvestres con investigaciones ecogeográficas culminadas.
- Número de parientes silvestres con investigaciones que evalúen respuestas a variables ambientales.
- Número de ingresos de parientes silvestres en herbarios y bancos de germoplasma.
- Número de publicaciones y talleres realizados por pariente silvestre.
- Número de parientes silvestres con información integrada en el SiB.

### Actores

Universidades (carreras de biología, ecología, agronomía), Corpoica, CIAT, CIB, Instituto Sinchi, IIAP, Instituto Humboldt y Colciencias.

## Eje 2. Conservación in situ y ex situ

### Identificación de la representatividad de los parientes silvestres priorizados en el Sinap

**Objetivo** Identificar la representatividad de los parientes silvestres priorizados en el Sinap (Stolton *et ál.*, 2006).

### Actividades

- Determinación de la presencia de los parientes silvestres priorizados en las diferentes categorías de área protegida y escalas.
- Inclusión de los parientes silvestres que no se hayan considerado en los objetivos de conservación de cada área protegida.
- Declaración de nuevas áreas protegidas (reservas genéticas) para la conservación de parientes silvestres donde los estudios ecogeográficos lo indiquen.
- Vinculación de la temática de conservación de parientes silvestres en la Política de Participación Social en la Conservación de la UAESPNN.

### Indicadores

- Número de parientes silvestres por categoría de área protegida y escalas.

- Número de parientes silvestres prioritarios incluidos en los objetivos de conservación de cada área protegida.
- Número de áreas protegidas (reservas genéticas) destinadas a la conservación de parientes silvestres.
- Número de proyectos implementados en el marco de la Política de Participación Social en la Conservación de la UAESPNN.

### Actores

WWF, The Nature Conservancy, TNC; Conservación Internacional, CI; Fundación Natura; Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, Asocars; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Invemar; Instituto Humboldt; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN; Wildlife Conservation Society, WCS; Resnatur; Fondo Patrimonio Natural; Departamento Nacional de Planeación y Parques Nacionales Naturales de Colombia (memorando de entendimiento con base en CDB, áreas protegidas); universidades (carreras de biología, ecología, agronomía); CIAT; Corpoica y CIB.

### Creación de reservas genéticas

**Objetivo** Declarar reservas genéticas dentro del Sinap, con el propósito de conservar la diversidad genética de los parientes silvestres (Heywood, 2008; Meilleur y Hodking, 2004).

### Actividades

- Generación de mapas de distribución geográfica, tanto actual como potencial, de parientes silvestres priorizados, por medio de herramientas del Sistema de Información Geográfica, SIG, como DIVA-GIS para el caso de recursos filogenéticos.
- Investigaciones ecogeográficas para parientes silvestres.
- Integración de la información arrojada por el SIG a estudios ecogeográficos.
- Propuesta de declaratoria de reservas y socialización con comunidades locales.
- Declaración de áreas de reserva genética y socialización con comunidades locales.

### Indicadores

- Número de mapas generados por pariente silvestre.
- Número de investigaciones ecogeográficas realizadas por pariente silvestre.
- Número de áreas de reserva genética declaradas y número de espacios de socialización con las comunidades locales.

### Actores

UAESPNN, Corpoica, CIAT; CIB; universidades, Instituto Sinchi, IIAP, Instituto Humboldt, corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible.

## Identificación de amenazas y evaluación del estado de conservación de los parientes silvestres priorizados

**Objetivo** Evaluar el estado de conservación de las poblaciones de los parientes silvestres priorizados, como una herramienta para la toma de decisiones sobre su manejo.

### Actividades

- Identificación de amenazas directas e indirectas por pariente silvestre.
- Implementación de metodología propuesta por la UICN para parientes silvestres priorizados (dinámica poblacional basada en variables demográficas, densidad, rango de distribución, variables ambientales, entre otros).
- Priorización de parientes silvestres con base en categorías de amenazas más críticas, según criterios de la UICN (vulnerable, en peligro, en peligro crítico, extinta y extinta en estado silvestre).

### Indicadores

- Número de parientes silvestres con amenazas directas e indirectas identificadas.
- Número de parientes silvestres categorizados según criterios de la UICN.
- Número de parientes silvestres priorizados.
- Número de publicaciones y talleres de socialización de resultados.

### Actores

Universidades (carreras de biología y ecología), CI, TNC, WWF, WCS, ONG nacionales, CIB, Corpoica, CIAT.

## Monitoreo de cambios en la diversidad genética de los parientes silvestres (especies priorizadas)

**Objetivo** Evaluar cambios a través del tiempo (erosión genética en el pasado o predicción a futuro) de la diversidad genética de los parientes silvestres priorizados, tanto en condiciones *in situ* como *ex situ* (Ferruino *et ál.*, 2008; Ford-Lloyd *et ál.*, 2004; Frese & Nothnagel, 2008).

### Actividades

- Selección de indicadores a evaluar, como número de entidades subespecíficas (subespecies, ecotipos, variedades nativas, entre otras), tamaño y aislamiento de las poblaciones, amplitud ambiental, diversidad genética, variación genética cuantitativa, estructura genética inter poblacional o patrones reproductivos.
- Investigaciones sobre erosión genética pasada en acervos genéticos priorizados (comparaciones espaciales y temporales, por medio de los indicadores enumerados previamente), tanto en poblaciones naturales, como en bancos de germoplasma.
- Investigaciones dirigidas a la identificación de las causas directas de erosión en el acervo genético objetivo.

- Identificación de áreas de alto riesgo de erosión genética, con el fin de reunir información de línea base, verificar el nivel de riesgo y planificar posibles estrategias de conservación, en asocio con las comunidades locales afectadas.
- Creación de una red comunitaria para el monitoreo de la diversidad genética y de erosión genética.

### Indicadores

- Número de indicadores para monitoreo seleccionados.
- Número de investigaciones desarrolladas para comparar erosión genética espacial y temporal.
- Número de investigaciones desarrolladas para identificar las causas directas de erosión genética.
- Número de áreas con alto riesgo de erosión genética y número de estrategias de conservación implementadas.
- Número de redes de monitoreo establecidas.

### Actores

Universidades, ONG nacionales, SiB, Corpoica, CIAT, Instituto Sinchi, IIAP, Instituto Humboldt, asociaciones comunitarias.

## Implementación y fortalecimiento de técnicas de conservación *ex situ*

**Objetivo** Implementar técnicas de conservación *ex situ* de los parientes silvestres priorizados y fortalecer aquellas ya implementadas, como bancos de germoplasma (colecciones de semillas, bancos genéticos en campo, colecciones de tejidos y colecciones vivas en jardines botánicos).

### Actividades

- Identificación de los parientes silvestres objeto de conservación y elaboración de un inventario.
- Selección e implementación de la técnica según la fisiología de las semillas (ortodoxas o recalcitrantes) de cada pariente silvestre.
- Uso de descriptores de pasaporte, manejo, sitio y medio ambiente estandarizados por Bioversity International.
- Control fitosanitario de las colecciones.
- Actualización periódica de los ingresos.
- Control de la cantidad de ejemplares (semillas o individuos) del taxón (pariente silvestre o variedad nativa).
- Evaluación de la viabilidad de las semillas.
- Evaluación de cambios en la variabilidad genética del ejemplar de un taxón, previa caracterización.
- Identificación de instituciones relevantes con bancos de germoplasma en funcionamiento.

### Actores

CIAT; Instituto Sinchi; Corpoica; Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; universidades; Red Nacional de Jardines Botánicos.

### Indicadores

- Número de parientes silvestres conservados e incluidos en el inventario.
- Número de ingresos de cada pariente silvestre en colecciones *ex situ* del país.
- Número de ingresos de parientes silvestres con viabilidad de semillas evaluada.
- Número de parientes silvestres con cambios en la variabilidad genética evaluados.
- Número de instituciones relevantes con bancos de germoplasma en funcionamiento.

## Eje 3. Uso y manejo de parientes silvestres

### Manejo de sistemas tradicionales de producción agrícola

**Objetivo** Implementar el modelo de conservación *in situ* en las fincas, tanto de parientes silvestres como de variedades nativas, con base en el manejo por comunidades locales, como una estrategia de conservación de nuevo material genético frente a cambios globales (Veteläinen *et ál.*, 2009).

### Actividades

- Selección de parientes silvestres y de variedades nativas priorizadas (seguridad alimentaria de comunidades locales, estado de conservación –erosión o contaminación genética, o cambio en los sistemas productivos– mercado potencial, entre otros).
- Selección de comunidades locales, con base en los estudios ecogeográficos y los requerimientos nutricionales de la comunidad.
- Entrenamiento de equipos de investigación local en métodos participativos.
- Elaboración de cartografía que relacione la distribución de los parientes silvestres y el ecosistema que componen, de las variedades nativas y las comunidades que los usan.
- Caracterización del agroecosistema (inventario de ambos taxones en la zona de estudio, tipo de suelo con aptitud agrícola, clima, composición florística del ecosistema circundante, manejo de la regeneración, manejo agronómico del los cultivos, plagas y enfermedades, malezas, aporques, entre otras).
- Obtención de semillas de un banco de germoplasma *in situ*, propagación y manejo por parte de las comunidades.
- Implementación de un sistema de conservación *ex situ* manejado por las comunidades.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo (sistema de producción, amenazas a la conservación de ambos taxones, banco de germoplasma *in situ*, herramientas de conservación *ex situ*, entre otros) y definición de criterios para la selección de un régimen de muestreo para toma de datos.

### Indicadores

- Parientes silvestres y variedades nativas seleccionados.
- Comunidades locales seleccionadas.
- Talleres para el entrenamiento de equipos de investigación local en métodos participativos.

- Número de parientes silvestres, variedades nativas y comunidades con cartografía asociada.
- Agroecosistema caracterizado.
- Semillas propagadas y manejadas por las comunidades.
- Sistema de conservación *ex situ* implementado y evaluado periódicamente
- Sistema de monitoreo implementado.

### Actores

CIAT, afiliados a Agronatura, Corpoica, universidades, ONG, asociaciones comunitarias, Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola, Fidar.

### Caracterización y evaluación de los sistemas tradicionales de producción agrícola

**Objetivo** Caracterizar los sistemas productivos basados en recursos de parientes silvestres y evaluar su sostenibilidad en términos ambientales, sociales y económicos (Becerra, 2003; CIAT, 2010).

### Actividades

- Identificación y priorización de sistemas productivos a partir de los parientes silvestres seleccionados previamente.
- Caracterización cultural de los sistemas productivos (qué se produce, parientes silvestres a partir de los cuales se seleccionan caracteres de interés, modelo de producción, finalidad de la producción, doméstica o comercial).
- Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas productivos en términos ambientales, sociales y económicos.
- Formulación e implementación de protocolos para el manejo de los sistemas productivos, tanto en condiciones *in situ* como *ex situ*.
- Elaboración de publicaciones sobre caracterización y evaluación de los sistemas de aprovechamiento.

### Indicadores

- Número de sistemas productivos identificados y priorizados.
- Número de sistemas productivos caracterizados.
- Número de sistemas de aprovechamiento evaluados.
- Número de sistemas productivos con protocolos de manejo formulados e implementados.
- Número de publicaciones sobre caracterización y evaluación de los sistemas de aprovechamiento.

### Actores

CIAT, Corpoica, CIB, universidades (carreras de biología, ecología, agronomía, agroecología, agroforestería), ONG, Fidar y asociaciones comunitarias.

## Fomento del uso de parientes silvestres de cultivos en programas de fitomejoramiento

**Objetivo** Fomentar el uso de parientes silvestres de cultivos en programas de fitomejoramiento, con el propósito identificar caracteres deseados para hacer frente al cambio global y garantizar la seguridad alimentaria de la población.

### Actividades

- Identificación de parientes silvestres prioritarios y validación taxonómica de los mismos.
- Prospección sobre genes de interés para mejoramiento según necesidades nacionales, como resistencia a plagas y enfermedades, sequía, inundaciones, productividad, rendimiento.
- Divulgación de resultados relevantes.
- Transferencia de tecnología a las comunidades.

### Indicadores

- Número de parientes silvestres priorizados con taxonomía validada.
- Número de parientes silvestres con caracteres genotípicos y fenotípicos evaluados y número de líneas de mejoramiento genético obtenidas a partir de parientes silvestres o variedades nativas.
- Número de publicaciones producidas.
- Número de mecanismos de transferencia de tecnología implementados.

### Actores

CIAT, Corpoica, CIB, Instituto Sinchi, IIAP, universidades, Tropenbos, Fidar.

## Diagnóstico

### Avances nacionales

#### Caracterización de la diversidad genética de los parientes silvestres priorizados

#### Variabilidad morfológica de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam.)

#### y especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa*

En el Centro de Investigaciones La Selva, de Corpoica, se categorizó la variabilidad morfológica de la colección colombiana de lulo *Solanum quitoense* Lam., especies relacionadas de la sección *Lasiocarpa* y entidades biológicas *Solanaceae* de otras secciones, como grupo externo. Se encontró amplia variabilidad morfológica cualitativa y cuantitativa en las dos variedades botánicas del lulo y las otras entidades biológicas de *Lasiocarpa*. Los 58 atributos morfológicos cualitativos fueron polimórficos en este conjunto, con presencia de 73,9% del total de estados incluidos en los descriptores y 4,2 morfoalelos por variable. En el caso de *S. quitoense*, 52 de los 58 caracteres cualitativos exhibieron variabilidad, con 60% de las variantes totales de la lista de descriptores y 3,4 morfoalelos por característica. Igualmente, se encontró polimorfismo considerable en las especies silvestres *S. hirtum*, *S. pseudolulo* y potencial de utilización, en dos materiales estudiados de *S. vestissimum*. A nivel cuantitativo se determinó diversidad en todas las variables estudiadas. El

análisis de componentes principales de los caracteres cuantitativos reveló una alta contribución de las variables de fruto a la explicación de la variabilidad total de esta índole. Los fenogramas cualitativo, cuantitativo y cualitativo-cuantitativo no detectaron materiales idénticos en los taxones estudiados. La mayor consistencia taxonómica fue exhibida por el fenograma obtenido con todas las variables cualitativas y cuantitativas (Lobo *et ál.*, 2007).

### Los frijoles colombianos lima y común: puntos de vista de su origen y el significado de su evolución

El Programa de Recursos Genéticos del CIAT ha venido consolidando una colección de frijol, en virtud de los compromisos adquiridos en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fito-genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. Dentro de los objetivos de la colección se encuentran la identificación de nuevas especies de *Phaseolus* y el desarrollo de estudios sobre filogenia y filogeografía del género *Phaseolus* (Debouck, 1996).

Con base en lo anterior, el programa llevó a cabo una revisión de la distribución geográfica de las formas silvestres del frijol común y del frijol lima en el Neotrópico, de sus características morfológicas y ecológicas, y de la variación bioquímica y molecular a lo largo de esta distribución. Se concluyó que la diversidad genética viene organizada en tres acervos o grupos de genes, de los cuales uno de ellos es ancestral y, con subdivisiones adicionales dentro de los acervos derivados. También se discutieron las relaciones filogenéticas entre este ramal ancestral y las especies afines, por lo que se afirma que Colombia aparece como corredor biológico por el que transitaron las ramas ancestrales y como lugar de posible domesticación del frijol.

### Filogenia de lulo y tomate de árbol y sus parientes silvestres

Dentro de la familia Solanaceae, el género monofilético *Solanum* es el más grande y diverso. En este género, *S. quitoense* Lam. (lulo) y *S. betaceum* Cav. (tomate de árbol) representan dos de las especies más importantes de solanáceas neotropicales para convertirse en cultivos prominentes en mercados locales y de exportación. *S. quitoense* y su pariente silvestre *S. hirtum* pertenecen al clado Leptostemomum del género *Solanum*, mientras que *S. betaceum* y su pariente silvestre *S. unilobum* pertenecen al clado Cyphomandra del mismo género. En estudios filogenéticos previos se ha reportado que el clado Leptostemomum y el Cyphomandra podrían formar un clado hermano al de la papa (que agrupa a *S. lycopersicum* y *S. tuberosum* entre otras especies); alternativamente, estos tres clados formarían una politomía dentro del género. Con el propósito de clarificar las relaciones entre los clados del género *Solanum* y contribuir con el entendimiento de su proceso de divergencia, la investigación utilizó secuencias de marcadores COSII para conducir análisis filogenéticos y de datación. Los resultados obtenidos soportan la hipótesis que indica que Leptostemomum y Cyphomandra forman un subclado hermano al clado papa. Adicionalmente, estos sugieren que la divergencia entre los pares *S. hirtum* y *S. quitoense*, y *S. unilobum* y *S. betaceum* ocurrió aproximadamente hace 1.000.000



años y 450.000 años respectivamente, periodos que coinciden con eventos de cambio climático a los que se les ha atribuido la diversificación de varios clados andinos (Bedoya-Reina y Barrero, 2009).

## Desarrollo de estudios ecogeográficos

### Diversidad y estado de conservación de especies silvestres de papa en zonas productoras de papa en Colombia

Esta investigación fue llevada a cabo por la CIB, y en ella se pretendió conocer la diversidad actual de especies silvestres de papa (Sect. Petota) en las principales zonas productoras de *Solanum tuberosum* y *Solanum phureja* en Colombia, por medio de una evaluación preliminar del estado de conservación de las poblaciones en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño.

Se realizó una revisión de las colecciones de papas depositadas en los principales herbarios de Colombia (COL, HUA, MEDEL y FMB), literatura y bases de datos con información de especies silvestres de papa reportadas para el país. A partir de los registros y de los datos de distribución, se llevaron a cabo exploraciones en búsqueda de las especies silvestres y cultivadas en las zonas de interés, realizando observaciones sobre el estado de conservación de las poblaciones y colectando muestras de herbario y tejido foliar para estudios moleculares. Las especies silvestres encontradas en las principales zonas productoras de papa en Colombia fueron *S. andreanum* (Nariño), *S. colombianum* (Antioquia), *S. flahaultii* (Boyacá y Cundinamarca) y *S. tuquerrense* (Nariño). En un gran porcentaje de los sitios visitados donde se reportaban especies silvestres no se encontraron poblaciones de ellas, al menos durante las épocas de muestreo. En los sitios donde se hallaron especies silvestres de papa, estas se observaron en poblaciones constituidas por pocos individuos (2 a 15) habitando en áreas fuertemente amenazadas por establecimiento plantaciones forestales, expansión de cultivos y ganadería. Esta situación está ejerciendo alta presión sobre las poblaciones, causando posiblemente pérdida de diversidad genética y extinciones locales. Dado este contexto, se resalta la necesidad de continuar con estudios genéticos y poblacionales que faciliten la conservación de estas especies y permitan su uso en programas de mejoramiento de papas cultivadas.

## Implementación y fortalecimiento de técnicas de conservación *ex situ*

### Bancos de germoplasma en Colombia

En 1994, los recursos genéticos vegetales fueron transferidos por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, para su administración. Estos recursos son inventariados y organizados según parámetros y recomendaciones internacionales a través del Programa Nacional de Recursos Genéticos Vegetales y constituyen el Sistema de Bancos de Germoplasma Vegetal de la Nación Colombiana para la Alimentación y la Agricultura. Hasta el presente, la conservación y el manejo del germoplasma se ha financiado con

recursos estatales. Un 55% de los materiales conservados por Corpoica corresponden a especies nativas, de las cuales se conservan formas silvestres (parientes silvestres) (Knudsen, 2000).

Aunque no se pudo tener acceso a datos exactos sobre las especies silvestres conservadas, ni al número de ingresos de cada una en todos los bancos de germoplasma del país, a continuación se presenta la información disponible al respecto:

En el Centro de Investigaciones La Selva de Corpoica, se encuentra la Colección Colombiana de Lulo y Especies Relacionadas, de la cual hacen parte especies silvestres como *Solanum pseudolulo* Heiser, *Solanum vestissimum* Dunal y *Solanum hirtum* Vahl (Lobo *et ál.*, 2007).

En Colombia existen otras iniciativas que manejan técnicas de conservación *ex situ*, como el Programa de Recursos Genéticos del CIAT que, dentro de su colección de frijol tiene ingresos de formas silvestres de *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus acutifolius* A. Gray (Schoonhoven y Voyset, 1991).

Desde que se inició la colección de frijol del CIAT, se ha mostrado interés por llevar a cabo expediciones a los centros de origen y de diversidad con una amplia variabilidad genética de parientes silvestres y variedades nativas o criollas, con el objeto de recolectar nuevo germoplasma para conservarlo bajo condiciones *ex situ*.

La recolección de germoplasma se complementa con su multiplicación y cuarentena, para luego llevar a cabo la caracterización y evaluación de la variabilidad genética de las especies, a partir de lo cual se individualiza fenotípicamente cada accesión.

## Avances internacionales

### Conservación *in situ* de parientes silvestres de cultivos mediante una mejor administración de la información y aplicaciones en campo (PNUMA-GEF y Bioversity)

El objetivo del proyecto, que inició entre 2004 y 2005 en Bolivia, Armenia, Madagascar, Sri Lanka y Uzbekistán, fue proteger las poblaciones naturales de parientes silvestres de cultivo, así como establecer un precedente de conservación que el resto del mundo pudiera seguir. El proyecto tuvo una duración de cinco años, y cada uno de países participantes desarrolló un proceso de priorización de parientes silvestres alrededor de los cuales se ejecutaron las acciones. A continuación se presentan los principales resultados:

- Sistema Internacional de Información: Provee acceso a información y datos importantes para la conservación y el uso de los parientes silvestres de cultivos. El Portal Global sobre Parientes Silvestres de Cultivos presenta una visión general de algunos conjuntos de datos mundiales con información sobre parientes silvestres de cultivos. El portal proporciona los metadatos a nivel de taxón y país.

- Sistema Nacional de Información: Los socios analizaron la información existente, establecieron la infraestructura necesaria, desarrollaron sistemas de hardware y software apropiados y protocolos de intercambio de datos nacionales, y garantizaron la disponibilidad de la información para el sistema. Se incluyen los aspectos de la biología de las especies, la ecología, el estado de conservación, distribución, producción potencial de los cultivos, los usos por comunidades locales, las acciones de conservación existentes y las fuentes de información sobre parientes silvestres de cultivos.
- Mejoramiento de capacidad y acciones de conservación *in situ*: los socios en cada país aplicaron y supervisaron las estrategias de conservación necesarias para la conservación de parientes silvestres de los cultivos prioritarios en el lugar. Los países llevaron a cabo estudios ecogeográficos y el análisis de tres a cinco taxones seleccionados, al tiempo que utilizaron esta información para mejorar los procedimientos para el uso de la información espacial como herramienta de gestión de la conservación y el monitoreo. Se identificaron acciones específicas de conservación mediante la integración de información sobre las especies, información sobre las medidas de conservación existentes y el uso de estas especies a nivel local. Se desarrolló un plan de acción para al menos un área protegida por país, que contenía los parientes silvestres de cultivos.
- Sensibilización pública: El país y los asociados internacionales trabajaron juntos para desarrollar actividades de sensibilización pública internacional que garantizará que los resultados del proyecto estén a disposición de conservacionistas en países no asociados. Estas actividades estuvieron dirigidas a los diversos sectores involucrados en recursos fitogenéticos, como los responsables políticos, administradores de la conservación, fitomejoradores y usuarios locales.

### Parientes silvestres del tomate (*Cyphomandra betacea*) en Bolivia: distribución, ecología y usos

Este programa tuvo por objetivo generar información que contribuyera a mejorar el estado del conocimiento y la conservación de estas especies en el país.

Se obtuvieron 151 registros de ocurrencia, que se sistematizaron a partir de herbarios nacionales y revisiones taxonómicas. Esta información fue complementada con registros de campo realizados durante los años 2007 y 2008. Se utilizó el programa DIVA-SIG para generar los mapas de la distribución actual de las especies de *Cyphomandra*. Se utilizaron redes de 27 x 27 kilómetros para identificar los lugares con mayor riqueza de especies en Bolivia, por medio de la utilización del estimador de la riqueza Chao 1 (S1). También se hicieron entrevistas semiestructuradas para conocer los usos etnobotánicos de la especie por la población local.

## Foro Europeo sobre la Conservación y Evaluación de la Diversidad de Parientes Silvestres de Cultivos

Este foro tiene por objetivo proveer un espacio de discusión para la evaluación de la diversidad taxonómica y genética de los parientes silvestres de cultivos, PSC, europeos y el desarrollo de medidas de conservación.

- El foro ha desarrollado metodologías para:
- Creación de inventarios nacionales y regionales de PSC.
- Evaluación del estado de conservación y amenazas a los PSC.
- Análisis de las deficiencias de conservación.
- Establecimiento de prioridades de conservación.
- Manejo de datos sobre PSC, con énfasis en el sitio y la población.
- Manejo *in situ* de la genética poblaciones y monitoreo de PSC.
- Evaluación de polución y erosión genética.

El foro formuló e implementó la Estrategia Global para la Conservación y Uso de Parientes Silvestres de Cultivos, (Foro PGR, s. f.) que se compone de 12 objetivos con metas específicas:

OBJETIVO	META
1. Preparar planes estratégicos nacionales de acción para PSC.	1.1 Cada país desarrollará un plan de acción nacional para la conservación y el uso de PSC.
	1.2 Cada país revisará estrategias de biodiversidad que involucren conservación y uso de PSC.
	1.3 Los planes nacionales de acción estarán integrados a estrategias de biodiversidad y planes de acción existentes.
	1.4 Se definirán responsabilidades para la preparación e implementación de los planes nacionales de acción.
	1.5 Se designará un punto focal nacional para la conservación y el uso de PSC.
	1.6 Se seleccionarán metas políticas y sociales asociadas a la conservación de PSC.
2. Preparar inventarios nacionales sobre PSC.	2.1 Se elaborará una lista de chequeo para PSC.
	2.2 Se identificarán las fuentes de información.
	2.3 Se coleccionará y manejará información.
3. Establecer un mecanismo de facilitación global.	3.1 Se reportará la diversidad de PSC a la FAO, en el marco del Plan de Acción Mundial para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.
	3.2 Se establecerá un mecanismo global de información para PSC.

OBJETIVO	META
4. Elaborar listas regionales y globales prioritarias de PSC e identificar sitios prioritarios.	4.1 Se desarrollarán listas regionales y globales prioritarias de PSC.
	4.2 Se desarrollarán planes de acción para la conservación de taxones prioritarios.
	4.3 Se desarrollarán soluciones individuales para prioridades nacionales.
	4.4 Se identificarán, a nivel global y dentro de cada región, sitios prioritarios para el establecimiento de reservas genéticas de PSC (global: 100 y regional: 25).
5. Establecer protocolos para el manejo de información de PSC y proveer sistemas nacionales y globales de manejo de información.	5.1 Se integrará el Sistema de Información sobre PSC, SIPSC, con Euroisco.
	5.2 Se armonizará el SIPSC/Euroisco con el proyecto GEF sobre parientes silvestres.
	5.3 Se mejorarán las herramientas de ingreso de datos.
6. Desarrollar medios efectivos para conservar y usar PSC <i>in situ</i> .	6.1 Se establecerán reservas genéticas internacionales, regionales y nacionales (objetivo 5).
	6.2 Se registrará la presencia de PSC en cada área protegida.
	6.3 Cada país evaluará si el sistema de áreas protegidas representa el rango completo de la diversidad total de PSC y sugerirá sitios adicionales para la ubicación de reservas.
	6.4 Se vincularán reservas de PSC con otras iniciativas, como IPA (Important Plant Area, por sus siglas en inglés).
	6.5 Se promoverán sistemas tradicionales para la conservación tanto de variedades criollas como de PSC.
	6.6 Se establecerán protocolos para el manejo y monitoreo de la diversidad genética en poblaciones de PSC.
7. Desarrollar medios efectivos para conservar y usar PSC <i>ex situ</i> .	7.1 Se llevarán a cabo análisis de los vacíos en la representación de PSC en bancos de genes nacionales, regionales y mundiales y bancos de germoplasma en campo (colecciones clonales).
	7.2 Se llevarán a cabo colecciones sistemáticas de la diversidad de PSC que no está representada en bancos de genes.
	7.3 Se revisará la presencia y el estado de los ingresos de PSC en jardines botánicos y otras colecciones vivas.
	7.4 Se establecerán bancos de semillas comunitarios para PSC cosechados en estado silvestre y aquellos que tienen un uso inmediato.
8. Evaluar las amenazas y el estado de conservación de los PSC.	8.1 Para 2015 se tendrá una lista roja de todos los taxones prioritarios de PSC.
	8.2 Se evaluará el impacto del cambio global sobre la diversidad y supervivencia de los PSC.
	8.3 Se evaluará la diversidad de los PSC como recurso genético para hacer frente al impacto del cambio global sobre los cultivos.
	8.4 Se establecerán protocolos para evaluar la erosión genética de los PSC.
	8.5 Se establecerán protocolos para evaluar el flujo de genes de los cultivos a los PSC.
9. Garantizar respaldo normativo para PSC.	9.1 Se revisará la efectividad de los instrumentos políticos y legislativos en la conservación y uso de PSC.

OBJETIVO	META
10. Promover el uso sostenible de PSC.	10.1 Se promoverá el uso sostenible de PSC.
	10.2 Se fomentará el uso de PSC en programas de fitomejoramiento.
11. Implementar programas de educación y sensibilización pública.	11.1 Se identificarán y desarrollarán campañas de sensibilización pública, a través de grupos que lleguen a un público amplio, como las ONG, el sector privado, las asociaciones nacionales de productores, agricultores y la industria.
	11.2 Se promoverá la conciencia de la importancia de la conservación y el uso de PSC entre los administradores de áreas protegidas, genetistas, biotecnólogos y aquellos que intervienen en la toma de decisiones.

## Establecimiento de una Red Global para la Conservación *in situ* de Parientes Silvestres de Cultivos: Estado y Necesidades (FAO, Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura)

Esta iniciativa, reportada por Maxted y Kell (2009), provee un marco metodológico para el desarrollo de estrategias nacionales para la conservación de parientes silvestres, a través de la integración con planes internacionales de conservación de hábitat, especies y ecosistemas con la siguiente ruta de trabajo:

- a. Inventario nacional de PSC
- b. Priorización de taxones de PSC
- c. Estudios ecogeográficos y genéticos de taxones prioritarios
- d. Identificación de amenazas a la diversidad de parientes silvestres
- e. Identificación de vacíos y establecimiento de metas de conservación
- f. Desarrollo de estrategias de conservación Inventario *in situ* y *ex situ*

Además, en el marco de la red, se han llevado a cabo estudios de caso de cultivos prioritarios, que incluyen la siguiente información:

- Nombre común del cultivo
- Nombre científico
- Sinónimos
- Importancia global, regional y local
- Taxonomía
- Parientes silvestres
- Distribución y centro de diversidad
- Usos conocidos de los parientes silvestres en mejoramiento de cultivos
- Taxones prioritarios
- Sitios prioritarios
- Acciones de conservación recomendadas

Los cultivos seleccionados fueron los siguientes: mijo (*Eleusine coracana*), cebada (*Hordeum vulgare*), batata (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), banano/plátano (*Musa acuminata*), arroz (*Oryza sativa*), mijo perla (*Pennisetum glaucum*), arveja (*Pisum sativum*), papa (*Solanum tuberosum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), trigo (*Triticum aestivum*), haba (*Vicia faba*), chícharo (*Vigna unguiculata*) y maíz (*Zea mays*).

### Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia

En el marco del proyecto Conservación *in situ* de Parientes Silvestres de Cultivos a través del Manejo de Información y su Aplicación en Campo Componente Bolivia (Proyecto CPS), se elaboró en 2009 el primer libro de plantas amenazadas y casi amenazadas de Bolivia (VMABCC-Biodiversity, 2009). El documento presenta información de 152 especies, con base en la metodología propuesta por la UICN sobre criterios y categorías de amenaza, que permite tomar decisiones sobre acciones concretas de conservación y uso, que a su vez pueden contribuir a la supervivencia de las especies. Las fichas descriptivas se presentan en jerarquía botánica, donde el nivel superior es la familia. Cada ficha contiene información sobre taxonomía, nombres comunes, significado de la denominación, descripción del individuo, distribución, aspectos ecológicos, situación actual, uso e importancia, categoría nacional, material representativo y autores.

### Alcances de la agenda

Los espacios de discusión y socialización, y la posterior implementación de la agenda permitirán:

- Generar una alerta nacional sobre la importancia de la conservación de los parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación.
- Facilitar un espacio de encuentro entre actores relevantes para generar conocimiento y formular estrategias de conservación y uso sostenible de los parientes silvestres priorizados.
- Definir actividades prioritarias para cada uno de los actores a nivel nacional, según su competencia.
- Fortalecer el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de Colombia, SiB.
- Apoyar la gestión de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, como punto focal de la Estrategia Mundial para la Conservación de Especies Vegetales.
- Definir prioridades de conservación a escalas territoriales.
- Formular planes de manejo integral de especies y ecosistemas prioritarios para la conservación.
- Apoyar el proceso de categorización nacional de especies amenazadas (según criterios de la UICN).

## Recomendaciones

Con base en el diagnóstico sobre los avances en la implementación de los lineamientos de la agenda, y a partir de las consideraciones acerca de las relaciones filogenéticas entre los parientes silvestres y las variedades criollas y comerciales, se sugiere tener en cuenta las siguientes recomendaciones con el propósito de avanzar de forma conjunta en la implementación de esta agenda.

- Fomentar espacios para la socialización de la agenda entre los actores del Sina.
- Crear mecanismos para la vinculación de las comunidades locales en la socialización e implementación de los lineamientos del plan de acción.
- Capacitar a las comunidades locales para la implementación del enfoque de conservación *in situ* en las fincas de parientes silvestres y variedades criollas.
- Reconocer y beneficiar a las comunidades locales por el conocimiento asociado a la obtención y conservación de variedades criollas.
- Llevar a cabo investigaciones con base en las directrices del eje Investigación, Monitoreo y Manejo de la Información.
- Establecer criterios para la elaboración del inventario nacional de parientes silvestres de cultivos de importancia para la alimentación, a partir de la priorización de cultivos.
- Vincular a la academia en la generación del conocimiento necesario para lograr la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres y variedades criollas.
- Publicar el *Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Colombia*.

## Glosario

**Acervo genético:** Corresponde a toda la información genética de una población de organismos con reproducción sexual, en un momento dado, y que generalmente se aplica a un grupo de especies filogenéticamente relacionadas, que componen el género (Vallejo y Estrada, 2002).

**Agroecosistemas:** Son ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido deliberadamente una selectividad sobre la composición de los organismos vivos. A diferencia de los ecosistemas no gestionados, los agroecosistemas se han alterado en forma intencional y a menudo son objeto de una gestión intensiva con el fin de proporcionar alimentos, fibra y otros productos. Por este motivo están intrínsecamente relacionados con las comunidades humanas y tienen dimensiones económicas así como ecológico-ambientales. Comprenden policultivos, monocultivos y sistemas mixtos, comprendidos los sistemas agropecuarios, agroforestales, agrosilvopastorales, la acuicultura, las praderas, los pastizales y las tierras en barbecho. Están en todo el mundo, desde los humedales y las tierras bajas hasta las tierras áridas y las montañas (FAO, s. f.).



**Biodiversidad agrícola:** Es un término amplio que incluye todos los componentes de la diversidad biológica de importancia para la alimentación y la agricultura, así como todos aquellos que constituyen los agroecosistemas: la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos –a nivel genético–, de especies y de ecosistemas, que son necesarios para mantener las funciones clave de los agroecosistemas, su estructura y procesos (COP5, 2000).

**Centro de origen de cultivos:** La distribución geográfica del germoplasma de plantas cultivadas no es uniforme sino que está concentrada en ciertas áreas de límites más o menos definidos. El botánico ruso I. N. Vavilov definió los centros de origen de las plantas cultivadas como áreas en las que se había domesticado la mayoría de los cultivos a partir de poblaciones silvestres autóctonas. Por otro lado, el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura lo define como «una zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal, domesticada o silvestre» (León, 2000).

**Centro de diversidad de cultivos (FAO, 2001):** El Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura lo define como «una zona geográfica que contiene un nivel elevado de diversidad genética para las especies cultivadas en condiciones *in situ*».

**Conservación in situ en las fincas:** Cultivo y manejo continuos que hace el agricultor de un conjunto diverso de poblaciones en los agroecosistemas donde un cultivo se ha mantenido. Abarca a todo el agroecosistema, incluyendo las especies inmediatamente útiles (tales como especies cultivadas, forrajes y especies agroforestales), así como los parientes silvestres que pueden estar creciendo en las áreas contiguas (Jarvis *et al.*, 2006).

**Erosión genética:** Pérdida de variabilidad genética de una especie, bien sea de poblaciones o de un genotipo particular, con la supresión de genes o series alélicas del reservorio genético de la especie. Puede ser causada por varios factores, como cambios en los patrones de cultivo, sobreexplotación, pérdida de hábitats, desastres naturales o contaminación (Henríquez, 2001).

**Estudios ecogeográficos:** Se aplica a varios métodos de colecta y manejo de información sobre taxonomía, distribución geográfica, ecología, diversidad genética y etnobiología de las especies objeto de estudio, así como la geografía, el clima y los asentamientos humanos en el área de estudio (Heywood & Dulloo, 2005).

**Parientes silvestres de cultivos:** Taxón de plantas silvestres con un uso indirecto derivado de su relación genética relativamente cercana de un cultivo, la cual se define en términos de la

pertenencia de los parientes silvestres al acervo genético 1 o 2, o los grupos de taxones 1 a 4 del cultivo. El acervo genético 1 está compuesto por las formas cultivadas, así como las silvestres y malezas relacionadas. Por su parte, los taxones 1 a 4 incluyen desde la especie silvestre, el cultivo o variedad hasta el género que las agrupa.

**Variedad nativa:** También se conoce como variedad criolla o de agricultor. De acuerdo con Lobo (2009), población o poblaciones dinámicas de una planta cultivada, genéticamente diversas, que tienen un origen histórico e identidad propia y no han sido objeto de mejoramiento formal, presentando adaptación local y asociación con sistemas tradicionales de producción, por lo cual se les ha relacionado con sitios geográficos específicos (Vallejo y Estrada, 2002).

**Seguridad alimentaria:** Según la Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, adoptada en 1996 durante la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, «existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana» (FAO, 2006).

## Bibliografía

- Alarcón, E.; González, L. y Jürgen C. 1998. *Situación institucional de los recursos fitogenéticos en América Latina y el Caribe*. IICA, BMZ-GTZ. San José, Costa Rica.
- Becerra, M. T. 2003. *Plan de aprovechamiento y uso de recursos naturales: guía para empresarios de biocomercio*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 41 p.
- Bedoya-Reina, O. C. y Barrero, L. S. 2009. «Filogenia de lulo, tomate de árbol y sus parientes silvestres». En: *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. (2009) 10(2). Pp. 180-190.
- Bioversity Internacional. 2006. *Parientes silvestres de cultivos*. 28 p. Disponible en línea. URL: <http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/1220.pdf>. [F. consulta: 05022010].
- Bioversity International. *Crop Wild Relatives Global Portal*. Portal de información disponible en línea. URL: <http://www.cropwildrelatives.org/>. [F. consulta: 07022010].
- Carrasco H., Tejada S. 2008. *Soberanía alimentaria: La libertad de elegir para asegurar nuestra alimentación*. Soluciones prácticas ITDG. Lima, Perú. 85 p.
- CIAT, 2010. *Informe anual 2009: Un imperativo de ecoeficiencia para la agricultura tropical*. 30 p.
- CDB. 1996. COP 3 Decisión III/11. Disponible en línea. URL: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7107>. [F. consulta: 22022010].
- CDB. 2000. COP 5 Decisión V/5. Disponible en línea. URL: <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7147>. [F. consulta: 25062010].
- CDB. S. f. *¿Qué es la biodiversidad agrícola?* Disponible en línea. URL: <http://www.cbd.int/agro/whatis.shtml>. [F. consulta: 24022010].
- Debouck, D. G. 1990. *Collecting Phaseolus germplasm in Colombia*. International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia. Documento escaneado. 29 p. Disponible en línea. URL: <http://isa.ciat.cgiar.org/urg/showexplorationfiles.do?type=explorationfiles&by=&collection>. [F. consulta: 25042010]
- Debouck, D. 1996. «Los fríjoles colombianos limas y común: puntos de vista de su origen y el significado de su evolución». En: *Revista Corpoica* 1(1): 7-15. Disponible en línea. URL: [http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Revistas/verarticulo.asp?id\\_contenido=32](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Revistas/verarticulo.asp?id_contenido=32) [F. consulta: 25042010].
- Departamento Nacional de Planeación y Parques Nacionales Naturales. 2005. *Memorando de entendimiento*. Disponible en línea. URL: [http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Convenio\\_memorando\\_entendimiento1.pdf](http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Convenio_memorando_entendimiento1.pdf). [F. consulta: 22022010].
- European Crop Wild Relative Diversity Assessment and Conservation Forum. Portal de información disponible en línea. URL: <http://www.pgrforum.org/>. [F. consulta: 11022010].
- FAO. S. f. *Biodiversidad agrícola y la FAO*. Disponible en línea. URL: [ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/biod\\_inFAO\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/biod_inFAO_es.pdf). [F. consulta: 25062010].
- FAO, FIDA. BIOVERSITY, CBD y FIPA. 2007. «La ADRS y la agrobiodiversidad». En: *ADRS, Sumario de Política* 16. 4 p.
- FAO, 2006. *Seguridad alimentaria. Informe de políticas* 6(2): 1-4. Disponible en línea. URL: [ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb\\_02\\_es.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_es.pdf) [F. consulta: 29082010].
- FAO, 2008. *Climate Change and Biodiversity for Food and Agriculture*. FAO, Rome.
- FAO, 2009. *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Roma, Italia. 56 p. Disponible en línea. URL: [http://www.planttreaty.org/texts\\_es.htm](http://www.planttreaty.org/texts_es.htm). [F. consulta: 20032010].
- Ferruino, B.; Atahuachi, M. & Lane, A. 2008. «The impact of climate change on crop wild relatives in Bolivia». En: *Crop Wild Relative* 6(1): 22-23. Disponible en línea. URL: <http://www.cwrs.org/Publications/Newsletters/index.asp> [F. consulta: 20032010].
- Ford-Lloyd, B. V.; Dias, R. & Bettencourt, E. 2004 (eds.). *Genetic Erosion and Pollution Assessment Methodologies. Proceedings of PGR Forum Workshop 5, Terceira Island, Autonomous Region of the Azores, Portugal, 8-11 September 2004*. Publicación de European Crop Wild Relative Diversity Assessment y el Foro de Conservación por Bioversity International. Roma, Italia. 100 p.

- Frese, L. & Nothnagel, T. 2008. «Daucus species promise a glossy future in carrot production». En: *Crop Wild Relative* 6: 4-6. Disponible en línea. URL: <http://www.cwrsg.org/Publications/Newsletters/index.asp> [F. consulta: 09032010].
- García, H.; Moreno, L. A.; Londoño, C. y Sofrony, C. 2010. *Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá D. C., Colombia. 160 pp. + DVD.
- Henríquez, P. (ed.). 2001. *Estudios de la agrobiodiversidad en Mesoamérica. Aspectos metodológicos*. IICA. San Salvador, El Salvador. 57 p.
- Heywood, V. H. 2008. «Challenges of *in situ* conservation of crop wild relatives». En: *Turkish Journal of Botany* 32 (2008) 421-432. 12 p. Disponible en línea. URL: <http://journals.tubitak.gov.tr/botany/issues/bot-08-32-6/bot-32-6-1-0809-11.pdf> [F. consulta: 22022010].
- Heywood, V. H. & Dulloo, M. E. 2005. «*In situ* conservation of wild plant species: a critical global review of good practices». En: *IPGRI Technical Bulletin* No. 11. Roma, Italia. 174 p.
- Hijmans, R. J.; Guarino, L.; Cruz, M. & Rojas, E. 2001. «Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS». En: *Plant Genetic Resource Newsletter*. 127: 15-19.
- Hoyt, E. 1992. *Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas*. Addison-Wesley Iberoamericana. Estados Unidos. 52 p.
- IPGRI. 1999. *Descriptor para el taró (Colocasia esculenta)*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 56 p.
- IUCN/SSC. 2008. *Strategic Planning for Species Conservation: A Handbook*. Version 1.0. Gland, Suiza. Comisión de Supervivencia de las Especies. IUCN. 104 p. 7
- Jarvis, D. I.; Myer, L.; Klemick, H.; Guarino, L.; Smale, M.; Brown, A. H. D.; Sadiki, M.; Sthapit, B. y Hodgkin, T. 2006. *Guía de capacitación para la conservación in situ en fincas*. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, IPGRI. Roma, Italia. 224 p.
- Knudsen, H. 2000. *Directorio de colecciones de germoplasma en América Latina y el Caribe*. Primera edición. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, IPGRI. Roma, Italia. 380 p. Disponible en línea. URL: [www.biodiversityinternational.org/fileadmin/.../606.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/.../606.pdf) [F. consulta: 20100908].
- León, J. 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*. Tercera edición revisada y aumentada. IICA. San José, Costa Rica. 522 p.
- Linares, P. (ed.). 2001. *Constitución Política de Colombia*. Primera edición. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 394 p.
- Lobo, M.; Medina, C. I.; Delgado, O. A. y Bermeo, A. 2007. «Morphological variability of the Colombian collection of lulo (*Solanum quitoense* Lam.) and related lasiocarpa section species». En: *Rev. Fac. Nat. Agr. Medellín* (60): 2.p.3939-3964.
- Lobo, M. y Medina, C. I. 2009. «Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles». En: *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 10(1): 33-42.
- Mace, G.; Collar, N.; Gaston, K. & Hilton-Taylor, C. 2008. «Quantification of extinction risk: IUCN's System for Classifying Threatened Species». En: *Conservation Biology* 22 (6): 1424-1442
- Maxted, N.; Iriondo, J. M.; Ford-Lloyd, B. V.; Dulloo, E.; Kell, S. P. & Turok, J. (eds.). 2008. *Crop wild relatives conservation and use*. CAB International. Reino Unido. 30 p.
- Maxted, N.; Kell, S. P. 2009. *Establishment of a Global Network for the in situ Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Needs*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura FAO. Roma, Italia. 266 pp.
- Meilleur, B. A. & Hodking, T. 2004. «*In situ* conservation of crop wild relatives: status and trends». En: *Biodiversity and conservation* 13: 663-684
- Ministerio del Medio Ambiente. 2001. *Política Nacional de Investigación Ambiental*. Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación y Colciencias. Colombia. 36 p.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2002. *Política de Humedales Interiores de Colombia: Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible*. Bogotá, Colombia. 67 p.



## Anexo: Acción para el conocimiento y conservación de parientes silvestres de cultivos en el ámbito de bioseguridad de organismos genéticamente modificados, OGM

Carolina Villafañe P., Óscar Andrés Estrada S., José L. Bocanegra S., Rodrigo Moreno V.

Con el objetivo de conocer y conservar las especies silvestres emparentadas con plantas genéticamente modificadas, GM, y generar herramientas para evaluar y gestionar el riesgo en términos de bioseguridad, desde 2006 el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con el apoyo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, adelanta estudios en los géneros *Oryza* (arroz) y *Manihot* (Yuca), cuyas especies cultivadas *Oryza sativa* y *Manihot esculenta* poseen desarrollos de variedades GM liberadas o próximas a ser liberadas a escala comercial en el mundo.

La estrategia para el conocimiento de estos parientes silvestres ha involucrado una metodología que parte de la recopilación de información de colecciones biológicas, bases de datos y fuentes bibliográficas, para posteriormente ser analizada en términos de distribución geográfica, distribución potencial, información ecológica, fenológica y datos climáticos (Villafañe *et al.*, 2007). Esta información ha sido utilizada para exploraciones en campo con las cuales se ha logrado el levantamiento de nueva información mediante la obtención de registros para estas especies en el territorio colombiano, así como la corroboración de información secundaria en la escala espacio temporal. A su vez, se ha logrado conocer en mayor detalle aspectos ecológicos, fenológicos y de conocimiento y uso local de estas especies.

### Parientes silvestres de arroz cultivado (*Oryza sativa* L.)

El género *Oryza* actualmente posee 23 especies reconocidas de las cuales dos son cultivadas y 21 son parientes silvestres. Las especies cultivadas, *Oryza glaberrima* Steud y *Oryza sativa* L., son diploides ( $2n=24$ ) y pertenecen al genoma AA. *Oryza sativa* es la especie cultivada a nivel mundial, mientras que *Oryza glaberrima* se restringe al África. De las 21 especies silvestres, las especies *Oryza*

*latifolia* Desv., *Oryza alta* Swallen, *Oryza glumaepatula* Steud (considerada la línea americana de *Oryza rufipogon* Griff. de China) y *Oryza grandiglumis* (Döll) Prodoehl, están reportados exclusivamente para América Latina y el Caribe (Vaughan & Morishima, 2003; Villafañe *et ál.*, 2007).

En la acción para el conocimiento y conservación de estos parientes silvestres se han obtenido registros de estas cuatro especies en 14 departamentos y 24 municipios del territorio colombiano, de los cuales el 91% corresponden a nuevos reportes (Tabla 1, Figura 1).

Los esfuerzos realizados en campo han aportado al fortalecimiento de las bases de datos del SiB y el Sistema de Información en Organismos Vivos Modificados, SIOVM, que cuentan con la información asociada a los 457 registros nuevos encontrados hasta el momento. Por su parte, la Colección de Tejidos del Instituto Humboldt cuenta con igual número de muestras para análisis moleculares (Tabla 1).

Con el fin de producir material de referencia para estudios de tipo taxonómico en el género, los esfuerzos realizados han llevado a la obtención de un total de 160 ingresos de semillas del género *Oryza* y géneros relacionados de distribución mundial y certificadas por un experto internacional, las cuales fueron donadas por el International Rice Research Institute, IRRI, en 2006. A partir de estas semillas se han obtenido exicados representativos de las cuatro especies, provenientes tanto de Colombia como de otros países donde se distribuyen. Estos ejemplares, junto con 268 exicados provenientes de las expediciones realizadas en Colombia, han sido distribuidos a diferentes herbarios nacionales contribuyendo al fortalecimiento de estas colecciones biológicas con un total de 678 registros (Tabla 2).

Considerando la importancia de conocer la información genética de las especies encontradas y su aplicabilidad en temas de conservación de poblaciones silvestres, se ha adelantado la caracterización molecular del material recolectado mediante marcadores microsatélites. El análisis

Figura 1. Ubicación geográfica de reportes obtenidos de información secundaria en el año 2006 y reportes obtenidos en los trabajos de campo para especies silvestres de arroz en Colombia durante el período 2006-2011.

Tabla 1. Número de registros y localidades cubiertas durante el período 2006-2011, para cada una de las cuatro especies reportadas para Colombia.

ESPECIE	NO. REGISTROS	NO. DEPARTAMENTOS*	NO. MUNICIPIOS*
<i>Oryza alta</i>	75	3	4
<i>Oryza glumaepatula</i>	3	1	1
<i>Oryza grandiglumis</i>	2	1	1
<i>Oryza latifolia</i>	377	12	20
<b>Total registros</b>	<b>457</b>		

\* El total de departamentos y municipios mencionado en el texto está basado en el total explorado y no es la sumatoria directa de las cifras para cada especie en la tabla.



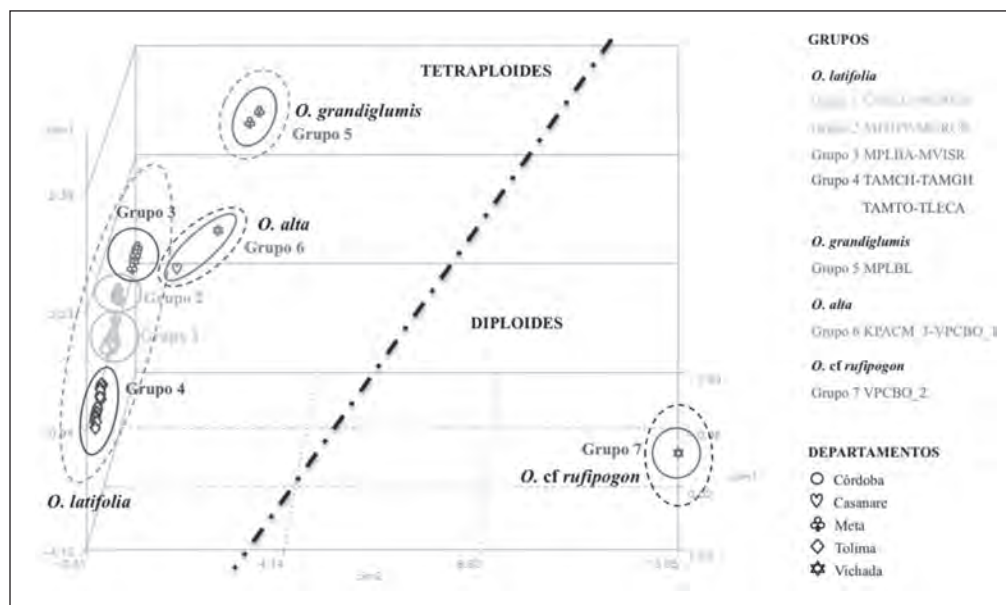
Tabla 2. Total de exicados obtenidos para fortalecimiento de herbarios en Colombia durante el período 2006-2011.

ESPECIE	EXICADOS IRRI*	EXICADOS RECOLECTADOS**
<i>Oryza alta</i>	24	11
<i>Oryza glumaepatula</i>	119	3
<i>Oryza grandiglumis</i>	12	2
<i>Oryza latifolia</i>	130	252
<i>Oryza rufipogon</i>	125	0
Total	410	268
Total exicados	678	

molecular en las especies silvestres de arroz se ha desarrollado en tres niveles diferentes: genómico, interespecífico e intraespecífico.

En el estudio de Estrada *et al.* (2008) se realizó la caracterización molecular a poblaciones de la especie *Oryza latifolia* distribuidas en las zonas arroceras de Córdoba, Meta y Tolima, y a nivel discriminativo para especie, a individuos de *Oryza alta* (2 ingresos), *Oryza grandiglumis* (2 ingresos), y *Oryza cf rufipogon* (u *Oryza glumaepatula*) (1 ingreso).

Figura 2. Relación entre 200 individuos de especies silvestres del género *Oryza* recolectados en las principales zonas arroceras de Colombia, obtenida mediante Análisis de Correspondencia Múltiple, ACM.



A nivel genómico, los marcadores moleculares PCR-RFLP de los genes *Adh1* y *Adh2* (Ge *et ál.*, 2001) ratificaron la presencia de especies silvestres de arroz de genoma alotetraploide CCDD (*O. alta*, *O. grandiglumis* y *O. latifolia*) y diploide AA (*O. cf rufipogon*) en Colombia.

A nivel interespecífico, los marcadores moleculares microsatélites presentaron mediante análisis de correspondencia múltiple (ACM) un alto poder de discriminación entre genomas y especies lo que diferenció dos grandes grupos (especies tetraploides y diploides) y más detalladamente cuatro grupos constituidos por las diferentes especies: *Oryza latifolia*, *Oryza alta*, *Oryza grandiglumis* y *Oryza cf rufipogon* (Figura 2).

A nivel intraespecífico (poblacional), los marcadores moleculares microsatélites consiguieron diferenciar las poblaciones de los diferentes departamentos (Figura 2). Sin embargo, se presentaron asociaciones entre individuos recolectados de distintas poblaciones y de lugares geográficos muy distantes, lo cual sugiere más la existencia de ecotipos que una diferenciación debida a la distancia geográfica entre las poblaciones. Esto está soportado por el análisis de aislamiento por distancia, en el que no se encontró correlación entre la distancia geográfica y la distancia genética ( $r = 0,09658$ ), ni entre la distancia geográfica y el coeficiente de diferenciación genética pareado ( $r = -0,0190$ ). Por lo tanto, no se debe esperar una concordancia del 100% entre la distribución geográfica y la similitud genética de las poblaciones de *Oryza latifolia*, lo cual es congruente con lo reportado para poblaciones de *Oryza latifolia* en Costa Rica (Quesada *et ál.*, 2002) y para poblaciones brasileras de *Oryza glumaepatula* (Karasawa *et ál.* 2007).

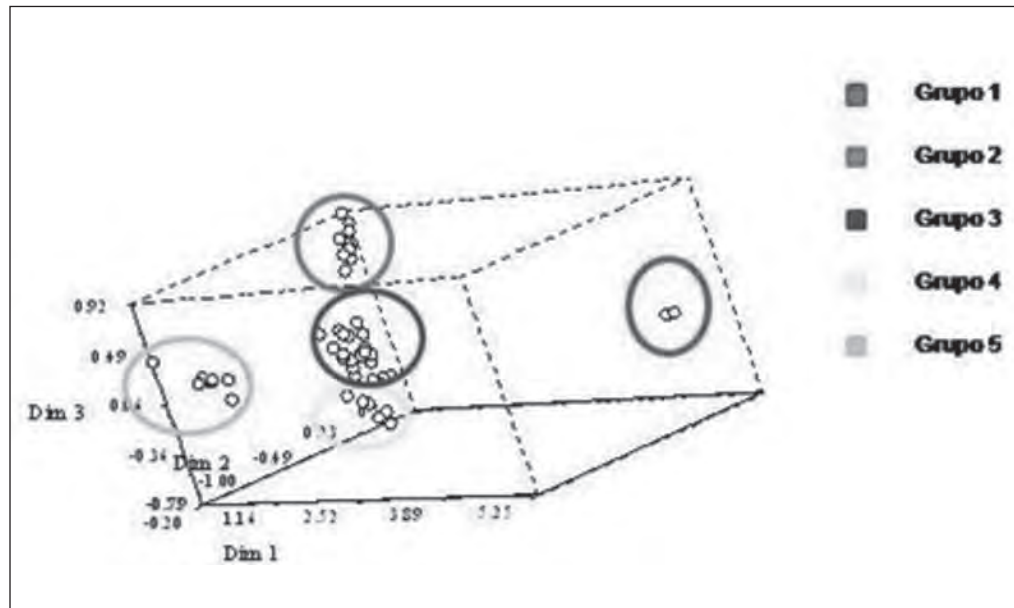
Los parámetros genético-poblacionales estimados para la especie *Oryza latifolia*, mostraron un alto número de alelos y una alta proporción de alelos únicos; así mismo indicaron valores notables de diversidad genética ( $T = 0,61599$ ) y menores valores de diversidad dentro de poblaciones ( $S = 0,36313$ ), demostrando que gran parte de la variabilidad total está dirigida a la diferenciación entre poblaciones ( $ST = 0,41049$ ). Esto evidencia una diversidad genética no explorada con características únicas, la cual se encuentra vulnerable y en parte erosionada, debido a que estas poblaciones coexisten con el arroz cultivado y en general están expuestas o vulnerables a estarlo a los efectos de la actividad agrícola, por lo cual se convierten en objetivo prioritario de evaluación en el ámbito de bioseguridad y conservación.

Otros estudios de caracterización con muestras recolectadas en el período 2009-2011 se encuentran en desarrollo. Se presentaron resultados preliminares en la publicación *Caracterización genética de especies silvestres de arroz (Oryza spp.) recolectadas en Vichada, Colombia* (Villafañe *et ál.*, 2010), en la que se abordó el estudio de la especie tetraploide *Oryza alta* a nivel poblacional y se ratificó la presencia de la especie diploide *Oryza glumaepatula* en la zona.

Las poblaciones de *Oryza alta* estudiadas estaban localizadas tanto en inmediaciones del río Meta como del río Orinoco, los análisis de correspondencia múltiple y los análisis de simila-

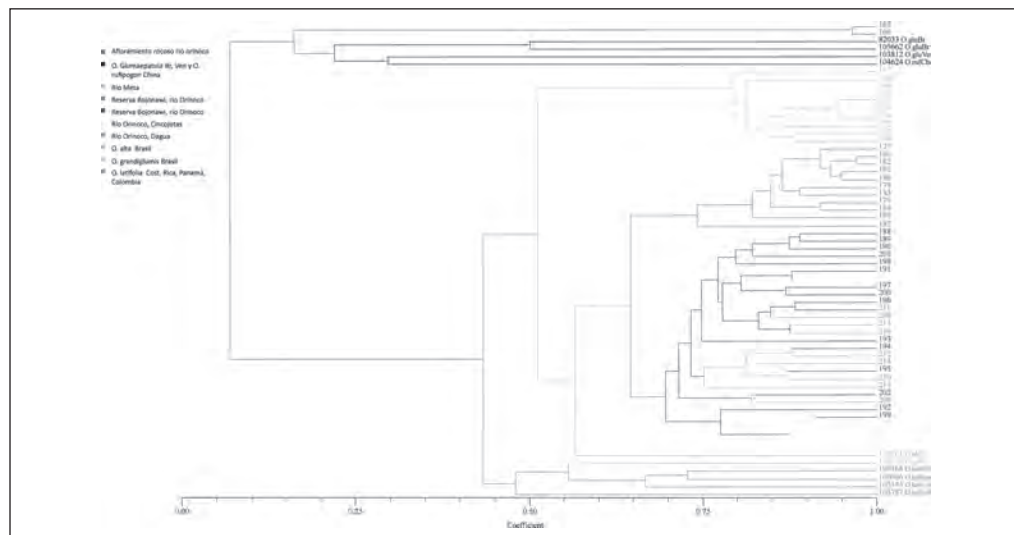


Figura 3. Observación de las relaciones entre los individuos de arroz silvestre recolectados en el departamento del Vichada, obtenida mediante ACM.



Grupo 1: individuos de *Oryza glumaepatula*. Grupos 2, 3, 4: poblaciones de *Oryza alta* del río Orinoco. Grupo 5: poblaciones de *Oryza alta* del río Meta.

Figura 4. Dendrograma obtenido mediante el método UPGMA a partir del coeficiente de similitud de Dice, para los individuos de especies silvestres de arroz recolectados en el departamento del Vichada y 10 ingresos de especies del género usadas como controles.



ridad, UPGMA, mostraron diferencias entre las poblaciones de ambos ríos. Así mismo, las localidades muestreadas en el río Meta presentaron alta afinidad por lo que formaron una población en la que se evidenció diferenciación entre individuos. Esto sugiere la presencia de flujo génico entre localidades que aporta diversidad a la población. Para las poblaciones del río Orinoco, tanto el ACM como el análisis UPGMA sugieren que se diferencian en función del área de influencia del río (dirección de la corriente y márgenes de inundación), mostrando mayor diferenciación en una población aislada tierra adentro en la Reserva Bojonawi que en las demás localidades con mayor exposición al área de influencia del río. Esto sugiere que existe flujo génico, bien sea mediado por polen o semillas (Figuras 3 y 4).

## Parientes silvestres de la yuca cultivada (*Manihot esculenta* Krantz)

En la actualidad son reconocidas 98 especies silvestres del género *Manihot*, de las cuales existen especies exclusivas para América. Para Colombia se han reportado cuatro especies silvestres, *Manihot brachyloba* Müll. Arg. en la región central, *Manihot carthaginensis* (Jacq.) Müll. Arg. en la costa Atlántica, *Manihot leptophylla* Pax & K.Hoffm. en el occidente y *Manihot tristis* Müll. Arg. en el oriente, ninguna de ellas es endémica para el país (Murillo-A. 2004).

ESPECIE	NO. REGISTROS	NO. DEPARTAMENTOS	NO. MUNICIPIOS
<i>Manihot brachyloba</i>	157	6	11
<i>Manihot carthaginensis</i>	97	4	8
<i>Manihot tristis</i>	49	1	1
Total registros	303		

Tabla 3. Número de registros encontrados y localidades cubiertas para las tres especies en el período 2009-2011.

Tabla 4. Total de exicados obtenidos para fortalecimiento de herbarios en Colombia durante el período 2009-2011.

ESPECIE	EXICADOS
<i>Manihot brachyloba</i>	56
<i>Manihot carthaginensis</i>	18
<i>Manihot tristis</i>	11
Total	85

Figura 5. Ubicación geográfica de reportes obtenidos de información secundaria en 2009 y reportes obtenidos en los trabajos de campo para especies silvestres de yuca en Colombia.



Como producto del levantamiento de información primaria en parientes silvestres de la yuca cultivada, hasta el momento se han encontrado registros de las especies *Manihot brachyloba*, *Manihot carthaginensis* y *Manihot tristis*, para un total de 303 registros en 20 municipios y 9 departamentos del territorio colombiano, de los cuales el 86% son reportes nuevos a nivel de localidad (Tabla 3, Figura 5)

La información generada en estos trabajos está representada en exicados, que se encuentran a disposición en el Herbario Federico Medem del Instituto Humboldt (Tabla 4). También la Colección de Tejidos del Instituto Humboldt cuenta con muestras para análisis moleculares de los 303 registros encontrados hasta el momento, y su información asociada ha aportado al fortalecimiento de las bases de datos nacionales SiB y SIOVM (Tabla 3).

La caracterización molecular de las especies recolectadas se ha llevado a cabo con el fin de generar una base genética informativa que permita monitorear dichas poblaciones en la escala espacio temporal, no solo en términos de bioseguridad de OGM sino de conservación y generación de información sobre presencia y distribución de poblaciones silvestres. Resultado de este esfuerzo, hasta el momento se tiene la publicación titulada *Caracterización genética de especies silvestres y cultivares de yuca (Manihot spp.), recolectadas en la Amazonia y Orinoquia Colombiana* (Bocanegra *et ál.*, 2010). Los objetivos principales fueron establecer las relaciones entre algunas variedades criollas (*Manihot esculenta*) y el silvestre *Manihot brachyloba* recolectadas por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi en los departamentos de Vaupés, Casanare y Amazonas, y la especie silvestre *Manihot tristis* recolectada por el Instituto Humboldt en el departamento del Vichada (localidades de Casuarito y Río Dagua), así como caracterizar dichas poblaciones de *Manihot tristis*.

Los análisis moleculares permitieron distinguir al menos tres grandes grupos (*Manihot tristis*, criollos y *Manihot brachyloba*) que confirman la identidad genética de cada especie del género. En los análisis de los individuos criollos recolectados por el Instituto Sinchi se evidencia una gran variabilidad alélica, donde los provenientes de Vaupés y Amazonas tienden a mostrar mayor agregación. Esto indica una identidad genética más conservada, contrario a lo observado en los individuos del departamento de Casanare, que tuvieron un comportamiento de mayor dispersión entre los grupos, lo que sugiere una alta diversidad de individuos criollos en este departamento (Figura 6).

Como dato interesante se encontró que los individuos silvestres mostraron fuerte relación con uno de los individuos criollos, lo cual sugiere que este último no es un individuo criollo sino un individuo silvestre o un híbrido proveniente de un cruce entre criollos primitivos con parientes silvestres de la especie *Manihot Brachyloba*. Esta sugerencia tiene implicaciones importantes en términos de bioseguridad de OGM en relación con las posibilidades que se presenten en eventos de flujo genético. A su vez, en la actualidad la yuca es considerada diploide (Suárez *et ál.*, 2000), aunque

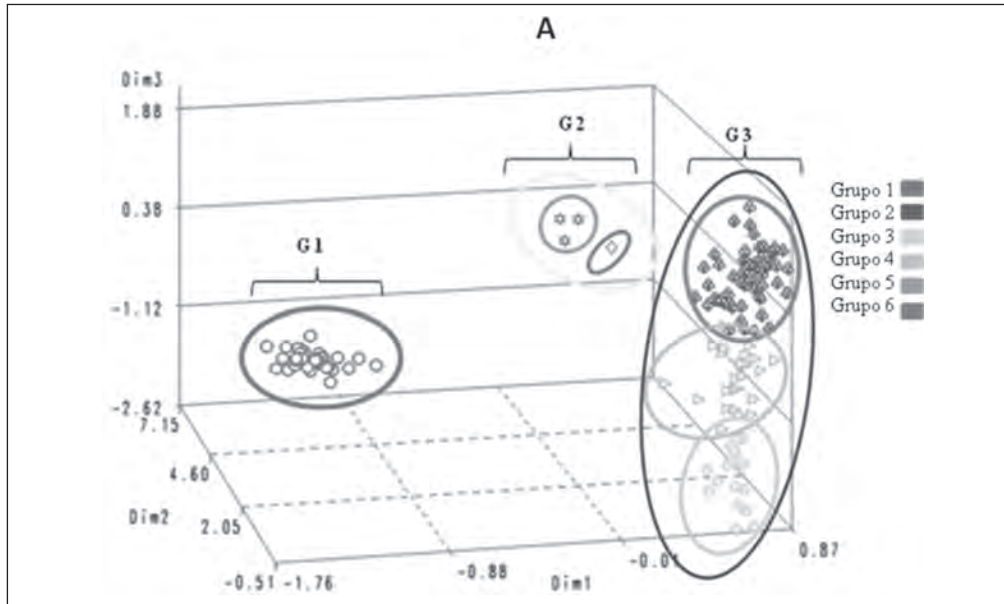


Figura 6. ACM que muestra las relaciones existentes entre individuos criollos e individuos silvestres de *Manihot*.

A. Tendencia de agrupamiento por tipo de individuo. G1. *Manihot tristis* (Grupo 1). G2. *Manihot brachyloba* (Grupo 5) con el individuo Orocúe 38 (Grupo 6). G3. Individuos criollos grupos 2 (Vaupés), 3 (Casanare) y 4 (Amazonas).

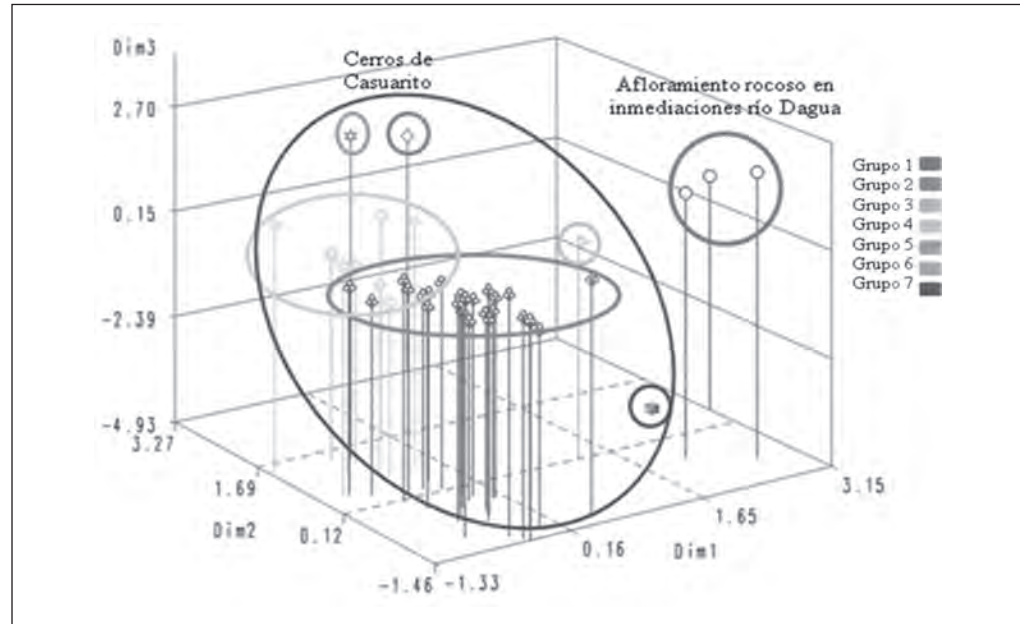
en algunos individuos criollos se observaron cuatro alelos definidos y diferentes combinaciones alélicas, lo que indica que puede provenir de un evento de recombinación.

Para el análisis de *Manihot Tristis*, las relaciones obtenidas no muestran una agrupación poblacional clara, lo que señala una ligera separación por localidades de muestreo, excepto para aquellos con barreras físicas considerables. Esto sugiere un flujo de genes mediado por polen o semillas al menos en las localidades más cercanas (Figura 7).

Finalmente, es importante resaltar que este es el primer trabajo en el que se involucran muestras de *Manihot tristis* provenientes de Colombia e individuos correspondientes a variedades criollas de *Manihot*.

En el círculo azul se muestra la tendencia de separación de los individuos provenientes de los cerros de Casuarito (grupos 2, 3, 4, 5, 6, 7). El círculo rojo corresponde a aquellos del afloramiento rocoso en inmediaciones del río Dagua (grupo 1).

Figura 7. Gráfica tridimensional basada en el ACM que muestra las relaciones existentes entre individuos de la especie *Manihot tristis* recolectados en algunas localidades del departamento de Vichada.



Tanto para los estudios de arroz como para los de yuca, la calidad de la información generada hasta el momento representa un recurso útil para la toma de decisiones en el ámbito de bioseguridad y para la generación de productos de uso multidisciplinario, como cartografía temática de distribución real y potencial de las especies estudiadas, generación de modelamientos predictivos de flujo de genes, distribución espacial de la diversidad genética, entre otros. A su vez, en este sentido se revela la importancia de continuar estudios dirigidos al conocimiento de las características de vida de estas especies en Colombia, tanto en términos de bioseguridad de OGM como en riqueza del inventario, colección y caracterización del germoplasma de los parientes silvestres de especies cultivadas, y así garantizar la seguridad alimentaria del país mediante la conservación *in situ* y *ex situ* de esta diversidad.

El Instituto Humboldt y el MAVDT continúan en la tarea de generar información en parientes silvestres de especies cultivadas, que permita conocer, utilizar y conservar las fuentes de diversidad genética de nuestra biodiversidad.

## Bibliografía

- Bocanegra, S. J. L.; Villafañe, P. C.; Moreno, V. R.; Torres, M. L.; Velásquez, R. A.; Fory, L. y Gallego, G. 2010. «Caracterización genética de especies silvestres y cultivares de yuca (*Manihot sp.*), recolectados en la Amazonia y Orinoquia colombianas». En: *Fortalecimiento de capacidades para la implementación del Protocolo de Cartagena en Colombia. Sector Ambiente*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D. C., Colombia. 71 p.
- Estrada, O. A. 2008. *Caracterización de especies silvestres de arroz (Oryza) colectadas en las principales zonas arroceras de Colombia*. Tesis de grado. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. 86 p.
- Ge, S. et al. 2001. «Rapid and reliable identification of rice genomes by RFLP analysis of PCR-amplified Adh genes». En: *Genomes* 44: 1136-1142.
- Karasawa, M. M. G.; Vencovsky, R.; Silva, C. M.; Zucchi, M. I.; Oliveira, G. C. X. & Veasy, E. A. 2007. «Genetic structure of brazilian wild rice (*Oryza glumaepatula Steud., Poaceae*) populations analyzed using microsatellite markers». En: *Genetics and Molecular Biology* 30 (2): 400-410.
- Murillo, A. J. 2004. «Las Euphorbiaceae de Colombia». En: *Biota colombiana* 5(2): 183-200.
- Quesada, T.; Lobo, J. & Espinoza, A. M. 2002. «Isozyme diversity and analysis of the mating system of the wild rice *Oryza latifolia* Desv. in Costa Rica». En: *Genetic Resources and Crop Evolution* 49: 633-643.
- Suárez, M. C.; Bernal, A.; Gutiérrez, J.; Tohme, J. & Fregene, M. 2000. «Developping expressed sequence tags (ESTs) from polymorphic transcript-derived fragments (TDFs) in cassava (*Manihot esculenta Crantz*)». En: *Genome*. 43:62-67.
- Vaughan, D. A., & Morishima, H. 2003. «The biosystematics of the genus *oryza*». En: Wayne Smith, C. & Dilday, R. H. *Rice: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley and Sons Inc. Nueva Jersey, Estados Unidos. Pp. 27-65.
- Villafañe, C.; Estrada, O.; Lentini, Z.; Fory, L. F. y Palacio, J. D. 2007. «Diagnóstico y fortalecimiento de la línea base del conocimiento del género *Oryza* (arroz) en Colombia. Un aporte para la toma de decisiones en el ámbito de bioseguridad». En: Hodson de Jaramillo, E. & Carrisosa, P. *Desarrollo de capacidades para evaluación y gestión de riesgos y monitoreo de organismos genéticamente modificados (OGM)*. Tomo I, pp. 33-49. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Villafañe, C.; Bocanegra, J. L.; Moreno, R. 2010. «Diversidad genotípica de un grupo de variedades tradicionales de arroz (*Oryza sativa L.*) del Chocó colombiano». En: *Fortalecimiento de capacidades para la implementación del Protocolo de Cartagena en Colombia. Sector Ambiente*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 71 p.







### ***Nuestras publicaciones***

*Las publicaciones del Instituto Humboldt divulgan el conocimiento sobre la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de Colombia para provecho de su sociedad y hacen parte de sus estrategias institucionales de comunicación, educación y conciencia pública.*

[www.humboldt.org.co](http://www.humboldt.org.co)  
[publicaciones@humboldt.org.co](mailto:publicaciones@humboldt.org.co)  
[comunicaciones@humboldt.org.co](mailto:comunicaciones@humboldt.org.co)



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente,  
Vivienda y Desarrollo Territorial  
Republica de Colombia

