



**ESTRATEGIA
EN LOS
RECURSOS
FITOGENÉTICOS
PARA LOS PAÍSES
DEL CONO SUR**



DOCUMENTOS



ESTRATEGIA EN LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LOS PAÍSES DEL CONO SUR



Argentina
Bolivia
Brasil

Chile
Paraguay
Uruguay



Agradecemos a:

Mercedes Rivas y a Federico Condón por la revisión de algunos capítulos y a Ramón Lastra por la revisión del documento y sugerencias.

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).2010

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Ana Berretta
Corrección de estilo: Malvina Galván
Diseño de portada: Esteban Grille
Diagramación: Esteban Grille
Impresión: Impresora Boscana

Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur / IICA Montevideo: PROCISUR, IICA, 2010.

172p.; 21 X 29,7 cm.

ISBN13: 978-92-9248-327-2

1. Recursos genéticos 2. Recursos vegetales 3. Fitomejoramiento 4. Capacitación I. IICA II. Título

AGRIS	DEWEY
F30	631.523

Montevideo, Uruguay - 2010



INTRODUCCIÓN

El Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur – PROCISUR, creado en 1980 con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo – BID, constituye un esfuerzo conjunto de los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria – INIAs de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA.

En el marco de la Plataforma Regional de Recursos Genéticos del Cono Sur – REGENSUR, se ha preparado esta segunda versión sobre el estado del arte de los recursos genéticos en la región que actualiza el documento estratégico del año 2001

En América Latina, -en particular en el Cono Sur- la agricultura está cambiando en forma acelerada; la frontera agrícola se expande asociada a un creciente proceso de intensificación y una clara tendencia hacia el monocultivo en grandes zonas productivas de la región. Asimismo el cambio climático (CC) también es materia de preocupación y está presente en todas las agendas de los sistemas de ciencia y tecnología buscando las mejores opciones para adaptar los sistemas productivos a fenómenos climáticos extremos y más variables.

Por otra parte la agricultura en una proporción significativa ha ido transitando desde empresas individuales a convertirse en grandes corporaciones. Esta globalización de la agricultura ha estado acompañada de una tendencia a la uniformidad de cultivos y cultivares que ha incrementado los riesgos de vulnerabilidad genética y disminución de la diversidad. Dicha tendencia puede ser peligrosa si no se maneja adecuadamente ya que la diversificación de la producción es la tecnología más adecuada y segura para lograr estabilidad productiva frente a cambios de clima y otros fenómenos que puedan ocurrir. La variabilidad genética es la base del progreso de los programas de mejoramiento y será crucial en ambientes altamente variables.

La presente publicación, en sus 11 capítulos analiza estos temas desde una perspectiva técnica y estratégica para la región, colocando especial énfasis en los distintos aspectos relacionados con la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, el intercambio de materiales, y el marco político y normativo vigente.

Esperamos que este trabajo sea de utilidad para las instituciones de investigación y apoye en la toma de decisiones organismos públicos y privados vinculados a la protección y utilización sustentable de los recursos fitogenéticos de la región.

Emilio Ruz

Secretario Ejecutivo
PROCISUR



CONTENIDO

1.	RECURSOS FITOGENÉTICOS: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES	7
2.	LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DEL CONO SUR – REGIONES ECOLÓGICAS Y PRINCIPALES ESPECIES	21
3.	CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i> DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS.....	41
4.	CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> DE RECURSOS FITOGENÉTICOS DE IMPORTANCIA PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN	59
5.	INTERCAMBIO SEGURO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS.....	75
6.	CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS	85
7.	UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS	97
8.	DOCUMENTACION E INFORMACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS	117
9.	MARCO POLÍTICO Y NORMATIVO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS.	127
10.	SISTEMAS NACIONALES SOBRE RECURSOS GENÉTICOS	151
11.	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN EN RECURSOS FITOGENÉTICOS.....	161

RECURSOS FITOGENÉTICOS: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES



Ana Berretta: aberretta@dn.inia.org.uy

Alfredo Albín: aalbin@lb.inia.org.uy

Roberto Díaz: rdiaz@le.inia.org.uy

Pedro Gómez: pedrogomez@correo.inta.gov.ar

Se entiende por biodiversidad al conjunto de especies de plantas, animales y microorganismos, así como los ecosistemas y los procesos que estas especies integran. La población del planeta depende de la biodiversidad para su subsistencia, por lo que es estratégico realizar una conservación y manejo sostenible de la misma para poder responder a las demandas actuales y futuras de la humanidad.

Los recursos genéticos son la fracción de la biodiversidad compuesta por las especies de valor actual o potencial que contribuyen al desarrollo sostenible, a enriquecer la dieta alimentaria y constituyen la materia prima que permitirá a la humanidad hacer frente a desafíos de diferentes estreses, como plagas, enfermedades, sequías, y cambios climáticos.

Las especies silvestres han estado sometidas a la acción de factores bióticos y abióticos adversos, en algunos casos por miles de años. Por eso, es posible encontrar en poblaciones naturales algunos individuos que poseen genes de adaptación y resistencia o tolerancia genética, que las hacen promisorias para su domesticación y/o que pueden incorporarse a las formas cultivadas.

La evolución de las sociedades humanas a través de los siglos ha llevado a una dramática reducción de especies utilizadas en la alimentación, y así, un sistema productivo regional que incluía cientos de especies, o uno mundial que incluía miles, se ha convertido, en la agricultura del siglo XXI en un sistema que incluye sólo decenas de cultivos. A lo largo de la historia, el ser humano ha utilizado cerca de diez mil especies vegetales para alimentarse, pero según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por su sigla en inglés), (2009) 150 cultivos alimentan a la mayor parte de la población mundial, y únicamente 12 de ellos proporcionan el 80 por ciento de la energía alimentaria procedente de las plantas, suministrando el arroz, el trigo, el maíz y la papa por sí solos casi el 60 por ciento.

Inicialmente, la selección natural fue la responsable de la evolución de las especies. Cuando comenzó el proceso de domesticación, el hombre seleccionó nuevos eco tipos que respondieron a características de su interés. Muchas veces esta selección fue realizada en contra de los caracteres existentes que las especies poseían para favorecer su natural reproducción. Así, se seleccionó en contra del desgrane, en contra del vuelco, etc., todas características que favorecieran la cosecha al agricultor. Estos primeros cultivos desarrollados por el hombre fueron extendiéndose a nuevas regiones, donde encontraron grandes diferencias ecológicas. A menudo las barreras geográficas naturales separaron y aislaron las poblaciones. De esta manera, la selección natural y la producida por los agricultores dieron lugar a la aparición de poblaciones, variedades y razas locales. Ellas presentaban en general (y presentan aún en la actualidad), alta variabilidad genética, se adaptan y se encuentran en equilibrio con su medio ambiente, manteniendo una productividad relativamente estable por largos periodos, y ante ambientes variables. Esta situación se dio con la mayoría de las especies que manejaban los agricultores, confirmando a los sistemas productivos primitivos una gran riqueza en especies y una alta variabilidad intra-específica.

Los recursos fitogenéticos (recursos genéticos de plantas) que dieron origen a la agricultura, y que son la base sobre la que se sustentan los programas de mejoramiento genético modernos, han sufrido, a través de los siglos, un proceso de erosión y pérdida que, a pesar de las medidas tomadas en las últimas décadas, continúa siendo creciente. Los cultivares primitivos, utilizados en la agricultura tradicional, de alta variabilidad genética entre sus individuos, fueron y siguen siendo, como consecuencia de evolución de precios, o demandas de industrias y mercados, progresivamente sustituidos por cultivares de alta productividad, crecientemente uniformes, y con alto requerimiento y respuesta a insumos.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS Y SU RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS O FACTORES QUE LOS AFECTAN

1.2

La agricultura moderna y los recursos fitogenéticos

Los recursos genéticos están constituidos por la variación genética organizada en un conjunto de materiales diferentes entre sí, al que se denomina germoplasma. Consecuentemente, el germoplasma incluye la variabilidad genética intra e interespecífica utilizada en la investigación, y particularmente en el mejoramiento genético.

Las características de los cultivares utilizados en la producción agrícola han ido cambiando. Las variedades antiguas, que presentaban alta variabilidad entre individuos fueron transformándose en cultivares modernos, en general estrechando su base genética, para responder rápidamente a ambientes de alto potencial y uso de insumos. En otros casos en que mantuvieron su variabilidad por uso de cruza amplias, han extendido el uso de genes comunes a grandes áreas de cultivo.

El riesgo de vulnerabilidad de los cultivos se ha incrementado, por menor plasticidad y capacidad de respuesta a cambios bióticos o abióticos en algunos casos, o por uso de un mismo gen en otros, lo que aumenta el riesgo de presentar susceptibilidad generalizada a una situación específica, como puede suceder frente a una plaga, con las graves consecuencias que tienen sobre la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria.

Esta situación presenta una problemática particular y agudizada, por las consecuencias económicas y sociales que tiene sobre los sistemas de agricultura familiar y/o de producción orgánica, donde su fortaleza radica en la diversificación de especies y variedades.

En América Latina,- en particular en el Cono Sur- están ocurriendo cambios en la forma y estructura de la producción agrícola que no tienen parangón con ninguna otra región del mundo por la capacidad de expansión de su frontera agrícola. En los últimos 40 años se instalaron 70 millones de hectáreas de pasturas cultivadas sustituyendo diversos ecosistemas boscosos y 45 millones de hectáreas de soja que expandieron la frontera agrícola tanto en ecosistemas boscosos como de pradera. (FAOSTAT 2010). La agricultura pasó de ser familiar o al menos individual para convertirse en un negocio (agro negocio), lo que provocó la concentración de las actividades relacionadas a la actividad agrícola y repitiendo los patrones en los diferentes países de la región. Esta globalización de la agricultura ha estado acompañada de una alarmante uniformidad de cultivos y cultivares que ha incrementado los riesgos de vulnerabilidad genética como nunca antes había sucedido.

En especies cultivadas, el factor de mayor importancia en la pérdida de diversidad es la sustitución de cultivos por otros más productivos y/o más rentables, y el reemplazo de las variedades tradicionales adaptadas y razas locales de los agricultores con amplia variabilidad genética, por materiales mejorados de mayor rendimiento pero con gran uniformidad genética.

La expansión de la agricultura basada en unos pocos cultivos no solamente disminuyó la diversidad de los cultivos sembrados con los riesgos que implica el monocultivo en algunas regiones, (efectos ambientales, sistemas no sostenibles), sino que desde la óptica de los recursos fitogenéticos, es un tema alarmante, debido a las pérdidas de hábitat, sistemas productivos diversificados y erosión genética que ha causado. Las variedades

criollas, de amplia variabilidad genética han ido desapareciendo a través de los años, por cambios en los sistemas productivos, sustitución por cultivares modernos, y/o debido a la desaparición de miles de familias de pequeños agricultores del campo.

Si bien, el crecimiento económico sectorial es importante, preocupa en términos sociales, la concentración de estructuras productivas que desplazan pequeños agricultores hacia los cordones urbanos y peri urbanos. En paralelo, ocurre una gran pérdida de servicios ambientales de los sistemas originales que en materia de recursos genéticos se expresa en la desaparición de poblaciones de especies vegetales nativas y pérdida de variedades locales.

Si a estos factores, agregamos otros, también causados por el hombre, como el cambio climático que ya puede considerarse instalado, se hace urgente diseñar una estrategia que evite seguir agudizando la pérdida de recursos fitogenéticos y que aporte elementos para lograr un manejo más racional de los sistemas productivos y su sustentabilidad. La variabilidad presente en dichos recursos fitogenéticos es una de las herramientas disponibles para hacer frente a todos estos cambios ocurridos y por ocurrir, y así contribuir a la sustentabilidad de los sistemas en el futuro inmediato. En particular, interesa explorar el potencial que las especies silvestres tienen y el rol que pueden cumplir en este proceso adaptativo. Si bien América Latina y en particular el Cono Sur, poseen una gran riqueza en recursos fitogenéticos, la agricultura de la región tiene una base importante en cultivos exóticos, por lo que es necesario recurrir permanentemente a la introducción de materiales de otras regiones para asegurar la disponibilidad de especies y variabilidad genética que le permita desarrollar una agricultura diversificada y sostenible. Luego de la colonización, muchas especies vegetales fueron llevadas a Europa desde América y otras traídas también desde allí. Pero la prospección, identificación, conocimiento y desarrollo de especies nativas y su integración efectiva a los sistemas productivos regionales sigue siendo un reto importante.

La actividad agrícola se enfrenta, entonces a varios desafíos en el futuro cercano, entre otros: sostenibilidad, tanto económica, como social y ambiental, implicancias y/o consecuencias de la agricultura moderna sobre la soberanía y seguridad alimentaria, la compatibilización de derechos de las comunidades locales y de agricultores que tradicionalmente accedieron e intercambiaron libremente semillas de las variedades para su uso con los derechos crecientes de propiedad intelectual. Pero también es importante mencionar otros tipos de desafíos, además de explorar y conocer nuevos cultivos, como desarrollar productos novedosos, y asegurar la calidad e inocuidad de los productos resultantes de la actividad agrícola.

Cambio climático y recursos fitogenéticos

Se prevé que algunos de los impactos negativos más profundos y directos del cambio climático en las próximas dos o tres décadas serán en la agricultura y sobre los sistemas de producción de alimentos. Dentro de los factores abióticos, se menciona el incremento de temperaturas, precipitaciones impredecibles, y sucesos extremos de clima; y dentro de los factores bióticos, una mayor severidad en ataque de plagas y enfermedades. Para el Suroeste de Sudamérica se indica un incremento en la lluvia promedio anual, acompañada de un incremento de los períodos de días sin lluvia y de precipitaciones de mayor intensidad. Por el contrario en el este de Sudamérica se registran disminuciones muy significativas del régimen hídrico. En lo que respecta a las temperaturas, se registran cambios en las máximas y mínimas medias, y disminución de la temperatura máxima media, principalmente en los meses de enero y febrero. También ocurre un aumento de la mínima media en casi todo el año. Se constata acortamiento del período promedio con ocurrencia de heladas, y un aumento en la ocurrencia de

eventos extremos, principalmente granizos, heladas y sequías. Son esperables también variaciones en la composición e interacción de especies con la ocurrencia de eventos inesperados, incluyendo entre ellos nuevas plagas y enfermedades.

La diversificación de la producción es la tecnología más simple y segura para lograr estabilidad productiva frente a cambios de clima. La variabilidad genética será crucial en ambientes altamente variables. Cuanto mayor sea el número de especies presentes o variedades dentro de una especie en los agro ecosistemas, es mayor la probabilidad de que algunos de los individuos presentes puedan enfrentar condiciones variables con éxito (adaptación). En general, el monocultivo, y más si es compuesto de individuos genéticamente idénticos, tiene una habilidad menor de responder a eventos climáticos extremos o impredecibles. También demuestra una menor estabilidad a ambientes diversos que poblaciones de amplia variabilidad genética. La adaptación a estreses abióticos se deberá encarar a través del mejoramiento genético para nuevas épocas de siembra y cosecha, para un uso más eficiente de agua y nutrientes, tolerancia al calor, y a través de la utilización de cultivares resistentes, variedades multilíneas o compuestas, así como la utilización de especies, razas y variedades adaptadas a condiciones particulares y climas extremos.

Además de brindar seguridad alimentaria, la diversidad también produce importantes servicios eco sistémicos. Una mezcla de variedades tolerantes a sequías e inundaciones no sólo aumenta la productividad a través de los años, sino que también previene la erosión del suelo y la desertificación, incrementa el contenido de materia orgánica de los suelos y ayuda a estabilizar suelos con pendientes, tan frecuentes en la región del Cono Sur. En lo que se refiere a beneficios, tanto para los agricultores como para la región, se reduce la necesidad de pesticidas que son costosos, se mejora la diversidad de la dieta y por lo tanto el balance nutricional en particular y la salud en general. Por ello hay que investigar hacia una agricultura diferente, moderna, efectiva y biodiversa.

Los recursos fitogenéticos y el mejoramiento

El mejoramiento genético de plantas tiene como objetivo obtener mejores genotipos para su uso en la producción agropecuaria. Es una actividad que combina el arte y la ciencia de producir y/o identificar los individuos, genotipos, o poblaciones superiores. Los agricultores, tradicionalmente, y de acuerdo a su conocimiento práctico han seleccionado aquellos individuos de las poblaciones que respondían a sus necesidades, habiendo constituido el primer grupo de mejoradores de cultivos. El mejoramiento genético científico moderno se origina en los últimos siglos, y se afianza en particular a partir del siglo XX. En general, combina las características de adaptación de variedades locales con genes deseables introducidos de materiales exóticos. Pero han invariablemente causado una sustitución de las variedades locales por modernas, produciendo una importante erosión genética, así como reducción y pérdida de materiales de alta variabilidad, al no estar acompañado de una política de conservación integrada y complementaria. Esta situación presenta una problemática particular y agudizada, por las consecuencias que tiene sobre los sistemas de agricultura familiar y/o de producción orgánica, donde su fortaleza radica en la diversificación de especies y variedades.

En los últimos años, se ha comenzado a revalorizar el conocimiento, la sabiduría y experiencia de los agricultores tradicionales, integrándolos incipiente pero progresivamente en el proceso de mejoramiento científico a través de lo que se denomina mejoramiento participativo, donde se discuten en conjunto principios, objetivos, prioridades y se comparten tareas en la evaluación y selección del germoplasma.

El mejoramiento genético moderno plantea una paradoja: por un lado necesita variabilidad genética para mejorar y mantener alta productividad de los cultivos y por otro algunos cultivares mejorados se difunden ampliamente y su extenso uso sustituye variedades tradicionales y provoca reducción de variabilidad genética en las zonas de producción donde tienen éxito. El empleo de pocas variedades uniformes y con estrecha base genética en grandes áreas ha ocasionado graves problemas en diferentes países y en distintas épocas.

Es entonces necesario compatibilizar ambas ópticas y coordinar la coexistencia de la moderna agricultura con el mantenimiento de variedades locales, así como su utilización por los programas de mejoramiento genético, ya que la producción moderna necesitará en el futuro recurrir a la variabilidad y adaptación existente en dichas variedades criollas. Las características entonces de adaptación, y las características agronómicas como lo son el ciclo, rendimiento estable, resistencia a enfermedades, justifican su mantenimiento en la producción comercial, tanto por su valor actual como por su valor potencial para el mejoramiento genético.

El uso del germoplasma conservado en los bancos de germoplasma en todo el mundo es bajo debido a que los fitomejoradores logran resultados más seguros y rápidos utilizando variedades mejoradas como progenitoras de nuevas variedades. En general, se recurre a los bancos de germoplasma en la búsqueda de caracteres especiales, como resistencia a nuevas razas fisiológicas de enfermedades y plagas o moléculas químicas con demanda industrial creciente. Sin embargo, en esta área se destaca el reciente desarrollo de estrategias para el mapeo asociativo, una combinación de herramientas estadísticas innovadoras y plataformas de marcadores como los SNPs. Esta estrategia permite la búsqueda de genes en poblaciones diversas, ampliando su potencial de aplicación a colecciones de germoplasma apenas explorado.

Se plantean, entonces, retos importantes desde el punto de vista de recursos fitogenéticos y mejoramiento: incrementar la utilización de los recursos fitogenéticos, donde la biotecnología y otras nuevas tecnologías como la nanotecnología pueden constituirse en herramientas claves. También es necesario analizar la compatibilización del desarrollo y difusión de organismos transgénicos, utilizados por la agricultura extensiva, con materiales locales requeridos por la agricultura orgánica y familiar.

Algunas características de los sistemas de producción orgánica y su relación con los recursos genéticos

La agricultura orgánica se basa en tres ejes principales: sustentabilidad, equidad y bienestar animal, presentando algunas restricciones importantes, como la no utilización de productos de síntesis química, ni de organismos genéticamente modificados.

Estos requerimientos obligan a utilizar tecnologías basadas en procesos biológicos, y naturalmente plantear sistemas productivos con una base diferente a la propuesta por la tendencia en los últimos años: la diversificación de especies y variedades, en oposición al monocultivo y cultivares uniformes; la utilización de variedades adaptadas a ambientes variables de producción, con resistencia genética a estreses bióticos y abióticos, en contraposición a cultivares de alto potencial de rendimiento con alto uso de insumos.

Precisamente, la sustentabilidad de los sistemas de producción orgánica se basa en la utilización de especies nativas y variedades locales, adaptadas a diversos ambientes de fertilidad y con resistencia a factores bióticos, que requieran un bajo uso tanto de fertilizantes inorgánicos como de productos para control de plagas y enfermedades.

Todo ello obliga también, a generar sistemas que desarrollen buena productividad y que sean competitivos. Necesariamente requiere el agregado de valor a los productos obtenidos, certificando que dichos productos han respetado determinadas reglas de producción, tanto respecto de los insumos utilizados, como de bienestar en los productos de origen animal.

La situación respecto a la importancia de la producción orgánica en los países del Cono Sur es variable, pero ha ido incrementando su importancia en los últimos años, planteando diferentes retos a la investigación agrícola.

En Argentina, la superficie bajo seguimiento en el país alcanzó durante el año 2002 casi tres millones de hectáreas, de las cuales la proporción más significativa es dedicada a la producción ganadera (2.711.195 ha). La distribución de la superficie de cultivos bajo producción orgánica mostró una mayor dedicación a la producción de cereales y oleaginosas orgánicos (68%), seguida por los cultivos industriales orgánicos (23%), las frutas (5%) y las hortalizas y legumbres orgánicas (4 %).

En Bolivia, las estimaciones indican una superficie de más de 364.100 hectáreas involucrando a más de 6.500 productores, destacándose los cultivos de quinua, café, castaña, cacao y otros cultivos como poroto, amaranto y frutas tropicales.

En Brasil, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA) estimó que el área de agricultura orgánica certificada, sumada a las áreas en conversión, sumaban, en 2006, cerca de 880 mil hectáreas, lo que correspondía al 0,3% del área total cultivada en el país con la participación de 15.000 propiedades orgánicas. Los principales cultivos son los de soja (33.480 hectáreas), frutas (30.560 hectáreas), hortalizas y tubérculos (26.657 hectáreas), caña (23.763 hectáreas), café (21.661 hectáreas), y pasturas, mientras que arroz, maíz, trigo, mandioca y cacao (705.879 hectáreas) le siguen en producción (Willer, 2008).

En el año 2004, en Chile, la superficie nacional en certificación alcanzó las 39.104 hectáreas, equivalente al 0,16% de la superficie agrícola nacional. Los rubros más importantes en agricultura orgánica son frutales, vides y cultivos anuales, los que en total suman 5.806 hectáreas, y que en definitiva corresponden a sistemas de producción intensiva. Además, aparecen las primeras 5 hectáreas ocupadas por bosques con certificación orgánica.

Paraguay cuenta con 20.000 hectáreas de caña de azúcar, siendo los principales productos exportados el azúcar (55.000 tn), el sésamo (850 tn), la soja (720 tn), la yerba mate (506 tn), las medicinales como el cedrón Paraguay, el cedrón Capií, la stevia (250 tn), la cáscara de naranja (50 tn), el algodón (113 tn), la esponja vegetal (40 tn), y en pequeñas cantidades especias como el anís.

En Uruguay, la superficie bajo certificación en alcanza las 756.877 hectáreas, representando el 4,5% del área agrícola del país. Actualmente hay más de 500 productores certificados, principalmente productores ganaderos, apícolas y hortícolas (Guía Orgánica 2003, Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG) - Cooperación Técnica Alemana (GTZ por su sigla en alemán). En estas cifras no se incluyen aquellas explotaciones que aplican los principios de la agricultura orgánica pero que no están certificadas. En el año 2004 Uruguay ocupaba el sexto lugar entre los países con mayor área destinada a este sistema productivo, y dentro de América Latina era superado por Argentina y Brasil (Willer y Yussefi, 2004). Los principales rubros en los cuales se desarrolla la agricultura orgánica en Uruguay son: carne vacuna, hortalizas, miel y derivados, vinos, arroz y otros cereales, frutas, hierbas aromáticas y medicinales, leche y derivados, y conservas.

En general, aunque no necesariamente, la producción orgánica se encuentra asociada a la agricultura familiar, ya que en muchos casos es realizada por pequeños agricultores. En estos casos, es una producción realizada en forma artesanal y en pequeñas extensiones, con utilización de mano de obra familiar.

Pero la agricultura orgánica tiene requerimientos específicos y adicionales, está respaldada por normas, leyes que protegen el mercado y donde la certificación es un elemento de mucha fortaleza e importancia. Esta certificación de los procesos, como se mencionó, es la que condiciona los métodos de producción.

En relación a los recursos genéticos, los sistemas de producción orgánica requieren actualmente y requerirán en el futuro cercano, respuestas muy diversas: germoplasma de amplia variabilidad, que permita disponer de una gama diversa de genotipos, basado en variedades criollas; cultivares no genéticamente modificados en aquellas especies en que hoy es común utilizar ese tipo de materiales, (ej. soja, maíz); recuperación de variedades antiguas con características organolépticas diferentes, que permitan la obtención de productos de mayor valor (ej. trigo); recuperación de germoplasma de especies hoy en desuso, como el lino para fibras, o identificación de material genético de especies subutilizadas y nuevas especies nativas con otros fines (aromáticas, medicinales, cosméticos, hortalizas con propiedades nutraceuticas, entre otras).

Por otra parte, los recursos genéticos deberán ser la base de nuevas orientaciones en los programas de mejoramiento, que atiendan al no uso de defensivos agrícolas, y por lo tanto, prioricen la resistencia o tolerancia genética a plagas y enfermedades, e identifiquen y evalúen especies que compitan mejor frente a las malezas para evitar el uso de herbicidas químicos. Desde el punto de vista de la fertilidad de suelos, enfatizando la utilización de rotaciones, el aporte de compost y abonos verdes a los sistemas orgánicos, requiriéndose, entonces, una caracterización de especies forrajeras que toleren estreses bióticos y abióticos. Así mismo los componentes de resistencia horizontal, que brindan los cultivares pueden ser un componente fundamental de los programas de mejoramiento orientados a producción orgánica.

La producción orgánica debe, entonces, en paralelo a la producción convencional en todos los rubros, disponer de germoplasma adaptado a sus requerimientos específicos, estando íntimamente relacionado con los procesos productivos (a diferencia de la convencional), ya que no certifica la calidad del producto, sino que certifica los procesos de obtención del mismo, incluyendo los principios de sustentabilidad ambiental y de bienestar humano y animal.

Sostenibilidad de la agricultura familiar y rol de los recursos fitogenéticos

Varios de los temas discutidos, son comunes a la problemática de la agricultura familiar, en el sentido amplio de este tipo de agricultura, que es también diferente para los países de la región: agricultura campesina, pequeña agricultura, agricultura de subsistencia, agricultura indígena, etc. Pero hay algunas características particulares de los sistemas de agricultura familiar que no necesariamente están presentes en los sistemas de producción orgánica.

Para los seis países del Cono Sur, la agricultura familiar representa, en promedio el 88% del total de explotaciones agrícolas existentes, con 5.700.000 grupos familiares que viven mayoritariamente en condiciones de pobreza y marginalidad social, pese al importante rol que cumplen en la producción, provisión y suministros de alimentos

de cada país y de la región. En promedio, participa del 30% del valor bruto de la producción agropecuaria, y ocupa, en promedio, alrededor del 20% de la superficie de la región. (Plataforma Agricultura Familiar, PROCISUR *on line*)

La agricultura familiar se basa en la producción local, con alto uso de biodiversidad, en general con menor uso de energía, y no dependiendo de productos alimentarios importados. La diversificación productiva y la utilización de variedades locales, de amplia variabilidad, es una de las tecnologías modernas más simple, barata y segura para lograr estabilidad productiva permitiendo una mejor adaptación a situaciones climáticas variables y adversas. Este factor les facilitará, al igual que en agricultura orgánica, hacer frente en mejor situación a factores de cambios climáticos, donde son esperables cambios en la composición e interacción de especies y ocurrencia de eventos inesperados.

La variabilidad genética será fundamental en ambientes altamente variables. Cuanto mayor sea el número de especies presentes o variedades dentro de una especie en un campo o ecosistema, mayor será la probabilidad de que algunos de los individuos presentes puedan enfrentar condiciones variables con éxito (adaptación al cambio climático).

También una mayor diversidad de especies, a la vez que favorece la conservación de la diversidad genética, reduce la probabilidad de ataque de plagas y enfermedades al disminuir la concentración de inóculo y disponibilidad de huéspedes. Todo ello con un costo mínimo para los agricultores y el ambiente. Plantar diferentes cultivos y diferentes variedades era una vieja estrategia de las comunidades de agricultores para disminuir los riesgos y asegurar el alimento. El objetivo no es maximizar el rendimiento en un año bueno, sino hacerlo a través de años buenos y malos disminuyendo la chance de falla total en un año malo.

La adaptación a estreses abióticos se deberá encarar a través del mejoramiento genético, a través de la utilización de cultivares resistentes, variedades multi-líneas o compuestas, en las que la utilización de especies, razas y variedades adaptadas a condiciones específicas juegan un rol principal. El rol de las variedades criollas o locales en este sentido es fundamental, contribuyendo a reducir el uso de pesticidas (que son costosos y contaminan), enfrentando, por su variabilidad, en mejores condiciones los eventos climáticos extremos o variables así como mejorando la diversidad de la dieta y por lo tanto la salud de la población rural.

Los sistemas de agricultura familiar siempre han estado asociados al desarrollo, selección y conservación de los recursos genéticos. El rol del agricultor familiar ha sido fundamental en la recolección e identificación de dichos recursos genéticos útiles para el hombre y la producción agrícola. También en este tipo de sistemas, la importancia de contar con alternativas de diversificación productiva es fundamental, alternativas que favorezcan y propendan a la soberanía alimentaria familiar.

La agricultura familiar es una actividad realizada especialmente por agricultores pequeños, desde el inicio de la domesticación, ofreciendo la ventaja de mantener una mayor diversidad que las muestras depositadas en los bancos de germoplasma *ex situ* debido a que se cultivan poblaciones con un alto número de individuos, hecho que determina mejores posibilidades de conservar los alelos raros o con baja frecuencia. Otra ventaja es que el germoplasma puede evolucionar con el ambiente y las exigencias del hombre, debido a que mediante la selección natural se van arraigando las frecuencias génicas que permiten una mejor adaptación al ambiente. Para todas las especies, independientemente de su forma de reproducción, posiblemente la mayor ventaja es que en las zonas marginales donde es difícil implementar la agricultura tecnificada debido a problemas abióticos insalvables o de solución muy cara,

el mantenimiento de la diversidad contribuye a la seguridad alimentaria de las familias de los agricultores.

El desarrollo económico de la mayor parte de los países de la región se basa en especies introducidas. Para brindar una alternativa de diversificación a los sistemas productivos que disminuya su vulnerabilidad, y en particular a los de agricultura familiar, es necesario trabajar en la identificación de especies nativas y/o subutilizadas que puedan ser incorporadas a los sistemas de producción.

La multiplicación y uso de semilla propia forma parte de la lógica de producción de la agricultura familiar. Constituye un elemento de seguridad, por el hecho de estar disponible en tiempo y cantidad suficiente, así como por poseer un material de comportamiento probado y positivo. Implica también un menor costo de la semilla, obtenida sin desembolso real.

De por sí, la multiplicación de las variedades locales es un sistema de manejo de los recursos genéticos en el que simultáneamente se realiza la producción de semilla, la selección de los genotipos superiores, y el mantenimiento del germoplasma. Es un sistema que tiende al mantenimiento de la variabilidad genética, por el espectro de ambientes y condiciones de cultivo en cada predio, y por la diversidad en los criterios de selección entre productores. Asimismo, se constatan frecuentes intercambios e *incorporaciones* de nuevos materiales (en lugar de las *sustituciones* típicas del sistema institucional), lo que tiende a incrementar la diversidad y variabilidad interna de los materiales genéticos.

Por otro lado, la agricultura familiar desde la perspectiva de los recursos genéticos, tiene como potencial fortaleza el desarrollo de productos con alto grado de diferenciación, contribuyendo a la valorización de los mismos. Este elemento además de mejorar la sustentabilidad económica de la agricultura familiar, facilita la conservación y mejora de las variedades locales.

En la agricultura familiar, el género es también un factor relevante, y la mujer ha cumplido naturalmente un rol fundamental en la selección y conservación de los recursos fitogenéticos. La división natural del trabajo que históricamente se ha dado en la humanidad, llevó a que, mientras el hombre se abocaba a funciones más alejadas del hogar, como la caza, o conquistas bélicas, la mujer cumplía tareas más relacionadas al cuidado de la familia y el cultivo de alimentos.

Así, cumplió un papel muy importante en la selección de los materiales por su uso, calidad culinaria, características organolépticas, contribuyendo a la conservación de las variedades locales y de los parientes silvestres de las especies cultivadas. A través de la socialización con sus pares, y a través de ferias de semillas se han intercambiado materiales y conocimientos relacionados a técnicas de multiplicación, regeneración, conservación, así como los conocimientos asociados al uso (recetas tradicionales, propiedades medicinales, tintóreas, aromáticas, etc.). Este intercambio de recursos fitogenéticos y experiencias sigue siendo válido hoy en día en las comunidades locales, ya que existe una revalorización de este tipo de actividades.

Especies nativas y variedades locales. Su papel en la producción orgánica y en la agricultura familiar

Como se ha mencionado repetidas veces, las especies nativas y las variedades locales son insumos básicos para los sistemas de producción orgánica y familiar, por ello es un tema recurrente en estos sistemas productivos la identificación de nue-

vas especies nativas, o subutilizadas, y la revalorización de poblaciones locales y/o criollas. También es primordial el rescate y conservación de este tipo de materiales, conservación, que, dada su variabilidad genética, no es suficiente con estrategias *ex situ*, lo que implica congelar los procesos evolutivos, sino que deber ser, en la medida de lo posible, ser conservada en finca para que el material genético co-evolucione con los cambios que ocurren en el ambiente. En este tipo de conservación, el rol del agricultor familiar es clave.

Dada la problemática asociada a la comercialización de las variedades locales, que naturalmente fueron intercambiadas libremente por los agricultores, se plantea un reto importante para avanzar en el reconocimiento del derecho que los agricultores tienen sobre sus semillas, derecho generado por generaciones de agricultores que mantuvieron, multiplicaron y desarrollaron las variedades locales. Estas variedades deben ser adecuadamente valorizadas, y exploradas las posibles formas de valorización, como denominaciones de origen, sellos de calidad, desarrollo de mercados especializados, usos y función en ecoturismo y turismo rural, etc. Este reconocimiento también permitiría avanzar en la implementación del Derecho de los Agricultores, derecho reconocido por el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, y un tema sobre el que poco se ha avanzado hasta el momento.

Un problema de índole común a la agricultura familiar y a la producción orgánica es el status legal de las variedades locales y la situación, muchas veces, de derechos colectivos sobre los recursos genéticos, siendo una problemática no resuelta y de complicada resolución a corto plazo. Han surgido, en los últimos años, diversas alternativas que deben explorarse: registros o autorizaciones especiales, denominaciones de origen, desarrollos de productos, entre otros.

ESTRATEGIA PROPUESTA

1.3

- a) Diseñar programas nacionales de capacitación y difusión que apunten al reconocimiento de la importancia que los recursos fitogenéticos tienen en el desarrollo agropecuario sostenible y en la seguridad alimentaria de los pueblos.
- b) Promover sistemas de producción diversificados en los países, con utilización de diversos cultivos y variedades dentro de especies.
- c) Integrar el sistema político con el de investigación y docencia a los efectos de tomar conciencia de los riesgos que implican la uniformidad de cultivos, pérdida de hábitats y sistemas productivos sostenibles, y sus consecuencias socio-económicas y ambientales.
- d) Utilizar y fortalecer las estrategias de adaptación utilizadas durante siglos por los agricultores y las comunidades rurales, e integrar su conocimiento al de los investigadores en las discusiones y definiciones de políticas al respecto.
- e) Diseñar políticas agropecuarias que contemplen la diversificación productiva, con la identificación de especies nativas y con la utilización de variedades adaptadas, que apunten a objetivos de soberanía y seguridad alimentaria.
- f) Desarrollar programas y estrategias robustas orientadas al uso sostenible de los recursos genéticos de manera que agricultores, comunidades locales y mejoradores puedan disponer de un rango de diversidad genética que permita una mejor adaptación al cambio climático.

- g) Promover el fortalecimiento de los programas nacionales de mejoramiento a fin de incrementar la utilización de los recursos fitogenéticos permitiendo así su conocimiento y potenciando su desarrollo.
- h) Apoyar a las comunidades locales y a las organizaciones de agricultores para que continúen desarrollando genotipos localmente adaptados. En este sentido se deben integrar estrategias de conservación en chacra con conservación *ex situ* e incorporar los conocimientos de los agricultores con el de los mejoradores en programas de mejoramiento participativo, con el objetivo de disponer de materiales adaptados a los sistemas de agricultura familiar y producción orgánica.
- i) Desarrollar estrategias de trabajo para valorizar los recursos fitogenéticos, a través del desarrollo de nuevos productos, de la producción de alimentos inocuos y de calidad, del estudio de sus propiedades nutraceuticas, del desarrollo de sellos de calidad y denominaciones de origen.
- j) Apoyar el desarrollo de nuevos mercados especializados y promover ferias locales de intercambio de saberes.
- k) Interactuar con los mercados de productos orgánicos para incorporar a las variedades mejoradas las demandas de mercados modernos y exigentes.

1.4

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- DE LA TORRE, A., FAJNZYLBER, P., Y J. NASH. 2009. Desarrollo con Menos Carbono. Respuestas Latinoamericanas al Desafío del Cambio Climático. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial.
- CEPAL 2009. La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Síntesis.
- FAO. Anuario 2006
- FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. 46 p.
- FAO, 2007 A. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. 114 p.
- FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et al. 72 p.
- FAO, 2008 A. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97 p.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.
- FAO, 2009 A. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V.Inglis. 163 p.
- MAGRIN, G.O. y O. CANZIANI. 2007. Evaluación de la Vulnerabilidad del Cambio Climático y del Potencial de Adaptación. In: Cambio Climático 2007. IPCC, AR4. Capítulo de América Latina en español.
- WILLER, H. Current status of organic farming world-wide. In: Organic Worlds Congress, 16., 16 a 20 jun. 2008. Modena, Italy, 2008. Disponible en: < <http://orgprints.org/8535/>>
- WILLER H and YUSSEFI, M (2004) The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2004, 6th Edition, International Federation of Organic Agriculture Movements, IFOAM, Bonn, Germany & Research Institute of Organic Agriculture FIBL, Frick, Switzerland.
- FAO: <<http://www.fao.org/news/story/es/item/20162/icode/>>
- FAOSTAT :<<http://faostat.fao.org/>>
- PLATAFORMA AGRICULTURA FAMILIAR: <<http://www.procisur.org.uy/online/ptraf/index.asp>>
- PLATAFORMA PRODUCCIÓN ORGÁNICA:< <http://www.procisur.org.uy/online/ptrao/>>
- PLATAFORMA RECURSOS GENÉTICOS: <<http://www.procisur.org.uy/online/regensur.asp>>

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS DEL CONO SUR – REGIONES ECOLÓGICAS Y PRINCIPALES ESPECIES



Andrea Clausen: aclausen@balcarce.inta.gov.ar

Marcelo Ferrer: mferrer@pergamino.inta.gov.ar

Beatriz Rosso: brosso@pergamino.inta.gov.ar

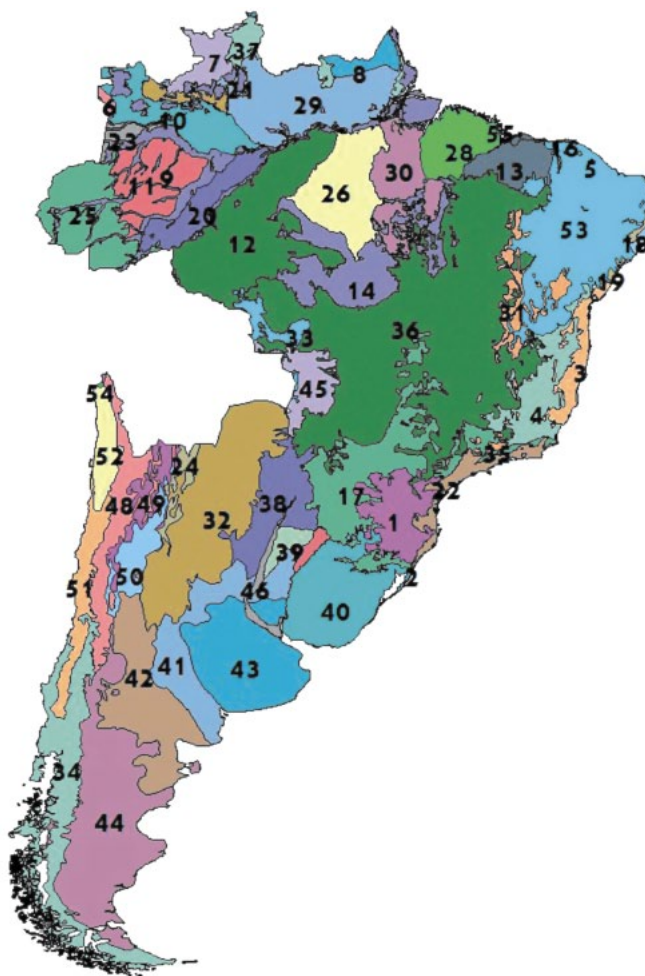
2.1

REGIONES ECOLÓGICAS

En el Cono Sur se han identificado 55 ecorregiones de acuerdo a las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO) del Mercado Común del Sur (Mercosur), e Instituto Brasileño del Medio Ambiente y del Recursos Renovables (IBAMA), 2002, (Cuadro 1). La identificación y delimitación de las mismas se basa en las clasificaciones que se han hecho dentro de cada uno de los países, y en especial aquellas que aparecen en los casos de los informes de evaluación ambiental integral nacional GEO Argentina, Brasil, Chile y Uruguay así como en las clasificaciones a escala global o continental desarrolladas por las instituciones internacionales de conservación.

El mapa de ecorregiones que se presenta en la Figura 1 es una síntesis de las clasificaciones generadas por el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF), el IBAMA del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) de Brasil y la Administración de Parques Nacionales de Argentina (APN). Si bien para la delimitación de las regiones se ha

Figura 1. Ecorregiones en el área cubierta por la evaluación GEO MERCOSUR. Fuente: IBAMA, 2002.



El mapa fue construido incluyendo la capa vectorial de ecorregiones del WWF (2006), e imágenes digitales de las ecorregiones de Argentina (SIAN, 2006) y Brasil (IBAMA, 2006). En el caso de Argentina, se modificaron las ecorregiones del WWF para ajustarlas a la clasificación argentina, incluyendo cambios de denominaciones y la síntesis de tres nuevas ecorregiones: Altos Andes, Puna y Bosques Patagónicos.

Cuadro 1. Identificación numérica de las ecoregiones en el área cubierta por la evaluación GEO Mercosur

NOMBRE ECOREGIÓN	NÚMERO	ÁREA (KM²)	PAÍS
Hielos y roca	0	17.259	Argentina, Chile
Florestas de Araucária	1	211.528	Brasil
Restingas Costa Atlântica	2	7.526	Brasil
Florestas Costeras Bahia	3	109.153	Brasil
Florestas interior Bahia	4	229.886	Brasil
Brejos Nordestitos	5	4.798	Brasil
Florestas Caqueta	6	12.817	Brasil
Florestas Altitude das Guianas	7	113.192	Brasil
Florestas Guianas	8	71.199	Brasil
Várzeas Amazonicas	9	335.031	Brasil
Interflúvio Japurá/Solimões-Negro	10	234.946	Brasil
Interflúvio Jurúá/Purus	11	242.563	Brasil
Interflúvio Madeira/Tapajós	12	660.832	Brasil
Florestas de Babaçu do Maranhão	13	142.227	Brasil
Florestas Secas do Mato Grosso	14	414.007	Brasil
Interflúvio Negro/Branco	15	48.693	Brasil
Restingas Costeiras do Nordeste	16	9.757	Brasil
Selva Paranaense	17	488.553	Argentina, Brasil, Paraguay
Florestas Costeiras de Pernambuco	18	17.511	Brasil
Florestas do Interior de Pernambuco	19	22.306	Brasil
Interflúvio Purus/Madeira	20	174.016	Brasil
Campinaranas de Alto Rio Negro	21	80.779	Brasil
Florestas Costeras da Serra do Mar	22	103.355	Brasil
Interflúvio Solimões/Japurá	23	36.304	Brasil
Selva de Yungas	24	47.608	Argentina
Sudoeste da Amazônia	25	318.964	Brasil
Interflúvio do Tapajós/Xingu	26	336.575	Brasil
Tepuis	27	599	Brasil
Interflúvio Tocantins-Araguaia/Maranhão	28	192.687	Brasil
Interflúvio Uamatá/Trombetas	29	471.608	Brasil
Interflúvio Xingu/Tocantins-Araguaia	30	264.912	Brasil
Florestas Secas do Nordeste	31	115.108	Brasil
Chaco Seco	32	664.555	Argentina, Paraguay
Florestas Secas Chiquitana	33	65.956	Brasil
Bosques patagonicos	34	391.132	Argentina, Chile
Campos Ruprestes	35	26.393	Brasil
Cerrado	36	1.910.922	Brasil, Paraguay
Savanas Guyana	37	77.733	Brasil
Chaco Humedo	38	249.080	Argentina, Brasil, Paraguay
Esteros del Ibera	39	43.042	Argentina
Pradera Uruguayense	40	351.312	Uruguay, Brasil
Espinal	41	298.275	Argentina
Monte	42	353.115	Argentina
Pampa	43	398.072	Argentina
Estepa Patagónica	44	561.161	Argentina, Chile
Pantanal	45	138.768	Brasil, Paraguay
Delta e Islas del Paraná	46	36.982	Argentina
Campos y Malezales	47	26.734	Argentina
Altos Andes	48	228.703	Argentina, Chile
Puna	49	96.151	Argentina, Chile
Monte de Sierras y Bolsones	50	116.724	Argentina
Matorral Chileno	51	147.776	Chile
Desierto de Atacama	52	105.006	Chile
Caatinga	53	733.949	Brasil
Desierto de Segura	54	1.412	Chile
Manglares	55	22.597	Brasil

favorecido el uso de criterios biogeográficos (Olson et ál., 2001), la clasificación presentada tiene como principal objetivo facilitar la planificación de la conservación y gestión de los valores naturales del Mercosur a escala regional. Estas clasificaciones están basadas, además, en una perspectiva global que otorga un peso importante a la riqueza en especies y permite comparaciones entre países.

Este análisis permite observar que Brasil presenta el mayor número de las regiones ecológicas aquí reconocidas, seguido por Argentina. Asimismo, ese país también presenta el mayor número de ecoregiones que se encuentran únicamente dentro de su territorio, mientras que Argentina es la nación que cuenta con el mayor número de eco regiones compartidas con los otros países (Cuadro 2).

Además de la conservación *ex situ*, la conservación *in situ* en áreas silvestres es otra de las principales estrategias de conservación de la biodiversidad. Ésta utiliza las ecoregiones y las formaciones vegetales como la unidad básica de análisis para definir áreas prioritarias de conservación. Mittermeier *et al.*, 2003, proponen 24 áreas de “tierras vírgenes” del planeta que no han sufrido grandes modificaciones y mantienen en gran parte sus características originales. Los criterios utilizados son contar con

Cuadro 2. Eco regiones en el GEO Mercosur

	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	PARAGUAY	URUGUAY
Número de ecoregiones en el país	22	52	11	5	1
Número de ecoregiones restringidas al país	7	41	4	0	0
Número de ecoregiones compartidas con otros países	15	11	7	5	1

Cuadro 3. Áreas silvestres del Cono Sur que permanecen intactas (tierras prístinas o vírgenes)

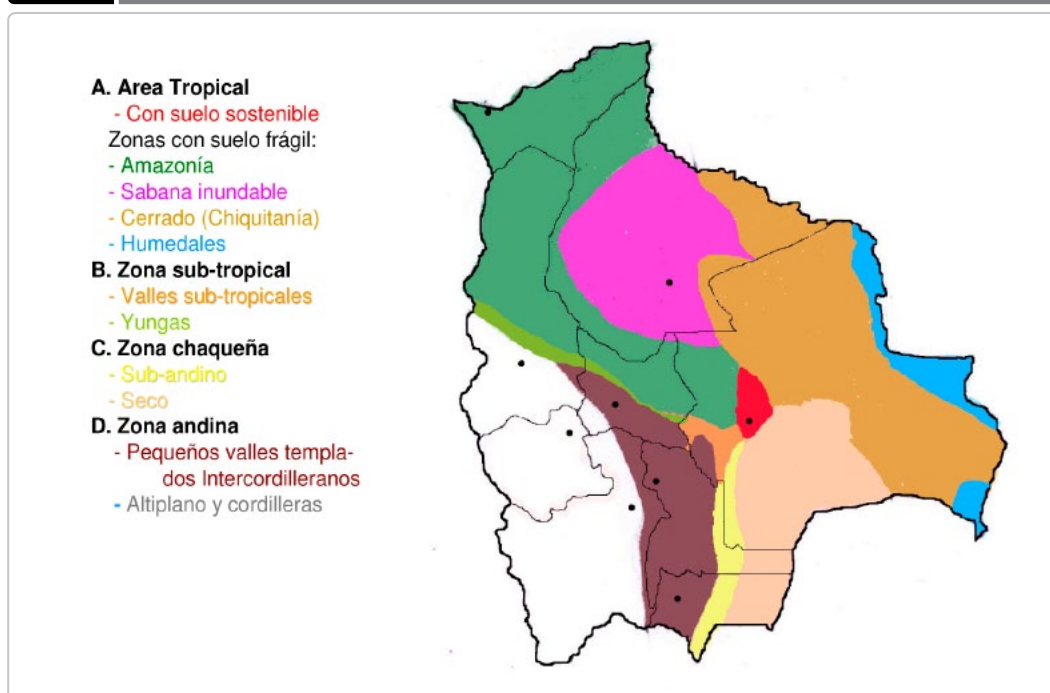
Área silvestre	Bioma	Superficie (km ²)	Porcentaje intacto	Porcentaje protegido (cats. I-IV)	Densidad humana (individuos/km ²)	Plantas
Amazonía	Bosque tropical húmedo	6.683.926	80	8.3	1.1	40.000 (30.000)
Chaco	Bosque tropical seco y sabanas	996.600	70	7.5	0.65	2.000 (90)
Pantanal	Humedal	210.000	80	2.7	0.38	3.500 (0)
Patagonia	Desierto	550.400	70	4.1	0.36	1.221 (296)
Bosques Magallanes	Bosque lluvioso montaña	147.200	100	72	0.23	450 (35)

una superficie superior a los 10.000 km², que la densidad humana dentro de ellas sea menor a cinco individuos por km² y que aún mantengan más del 70% de su extensión original. Seis de esas áreas, incluyendo una de las áreas silvestres de alta biodiversidad (Amazonía), se encuentran en el Cono Sur.

En estas grandes clasificaciones están incluidos biomas que si bien pertenecen a los países del Cono Sur, no pertenecen a la región de la Red de Recursos Genéticos de PROCISUR (REGENSUR), como son las regiones tropicales, la Amazonía, Cerrado o Caatinga brasileña. También cabe aclarar que en los países se han utilizado diferentes parámetros para definir a un nivel no tan macro, diferentes ecosistemas, o eco-regiones agrícolas.

Si bien **Bolivia** no figura en el estudio mencionado donde se definen grandes regiones a nivel de biomas, en la Figura 2 se presenta un mapa de distribución de las diferentes zonas agro ecológicas del país. Se define; a) un Área Tropical con suelo sostenible, y dentro de esta área, zonas de suelo frágil: amazonía, sabana inundable, cerrado y humedales; b) una Zona Sub-tropical, con valles sub-tropicales y yungas; c) la Zona Chaqueña, con componentes sub-andino y seco; y d) la Zona Andina, con pequeños valles templados intercordilleranos y el altiplano y cordilleras. También en Bolivia sucede que no todas las agro ecoregiones corresponden al ámbito de la REGENSUR.

Figura 2. Zonas agroecológicas de Bolivia



Burkart et ál. (1999), definen para la **Argentina** quince grandes ecoregiones terrestres continentales, cinco de las cuales son endémicas o semi-exclusivas de la Argentina y del Cono Sur. Ellas son: Pampas (compartida con Uruguay y Brasil), Espinal, las dos de Monte y la Estepa Patagónica (una pequeña porción de esta última presente también en Chile). Además, tres de los ambientes con mayor biodiversidad de América del Sur encuentran su límite de distribución austral dentro del territorio argentino: la Selva Paranaense o Misionera, las Yungas (Brown y Grau 1993) y el Chaco. Otros ambientes singulares y ricos en biodiversidad son el Delta e islas del Paraná y el Bosque Andino- Patagónico o Subantártico (endémico del Cono Sur).

Las características del territorio definen áreas agroecológicas que permiten agrupar a las provincias en cinco regiones:

- a) Pampeana: Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa, San Luis y Santa Fe;
- b) Noreste (NEA): Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones;
- c) Noroeste (NOA): Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero y Tucumán;
- d) Cuyana: Mendoza y San Juan;
- e) Patagónica: Chubut, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Chile, en su Segundo Informe País, define una diversidad de ecosistemas terrestres, que incluye desde zonas áridas y semiáridas del norte hasta regiones de bosques lluviosos templados y subpolares en el Sur. Gajardo, (1992), define ocho regiones ecológicas: 1) desierto; 2) estepa alto-andinas; 3) matorral y bosque esclerófilo; 4) bosque caducifolio; 5) bosque laurifolio; 6) bosque andino-patagónico; 7) bosque siempre verde y turberas; y 8) matorral y estepa patagónica.

En **Paraguay**, las eco regiones descritas por Dinerstein et al (1995), también citado por SEAM (2007) y el Segundo Informe País sobre Recursos Fitogenéticos, considera las siguientes ecoregiones: 1) Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), descrito como un bosque subtropical, o la selva paraguaya o misionera, que cubría originalmente el Este de Paraguay, Noreste de Argentina y el Suroeste de Brasil; 2) el Chaco, que ocupa un área extensa y relativamente plana de suelo aluvial en Paraguay, Argentina y Bolivia. Está subdividida a su vez en dos sub eco regiones: el chaco húmedo y el chaco seco; el chaco seco se caracteriza por un bosque subtropical semi-deciduo xerofítico bajo y seco; 3) el Pantanal; esta eco región constituye el humedal más grande del mundo. Si bien la mayor parte está localizada en Brasil, una pequeña pero importante porción se ubica en Paraguay y Bolivia; 4) Cerrado, que ocupa en Paraguay áreas discontinuas comparativamente pequeñas en forma de mosaico sobre topografías suavemente onduladas con suelos arenosos.

Si bien en el mapa de la Figura 1 se define a **Uruguay** como perteneciendo a una sola gran eco región, en análisis recientes se ha retomado la clasificación realizada por Chebataroff entre las décadas de 1950 y 1960. Dicho autor distingue en el país una franja de vegetación mesopotámica siguiendo el recorrido del Río Uruguay, y agrupando el resto del territorio junto a la región Sur del Estado de Río Grande do Sul. Desde un punto de vista fitogeográfico, la inclusión de Uruguay y el Sur de Brasil en la Provincia Uruguayense, se corresponde con la predominancia de una vegetación de praderas acompañadas de una vegetación xerófila y de matorrales, asociadas, hacia el este del país, a zonas serranas, de escarpas, asperezas y mares de piedra. Esta propuesta es también sustentada por Grela (2004), quien identifica, en la vegetación arbórea, dos dendrofloras con especies exclusivas en cada una de ellas: la occidental, sobre las márgenes del Río Uruguay y parte del Río de la Plata, y la oriental, ubicada hacia el Norte y Este del país. La flora arbórea occidental estaría relacionada con las Provincias Paranaense y Chaqueña, y la oriental con la Provincia Paranaense.

Los Humedales del Este, en las cuencas de la Laguna Merín, son también una particularidad del territorio uruguayo, donde se encuentran especies provenientes de la Mata Atlántica brasileña. La riqueza de su biodiversidad le ha otorgado el reconocimiento de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como Reserva de Biosfera Bañados del Este.

Evia y Gudynas (2000) caracterizan de la siguiente manera la biogeografía uruguayo: "La región biogeográfica uruguayo se define por la dominancia de ambientes de

praderas subtropicales, topografía ondulada, clima subtropical húmedo, vegetación de pastizales diversificada, con otras comunidades asociadas como bosques, matorrales y bañados; un conjunto que en alguna medida se asemeja a una sabana”. Las características climáticas sumado al hecho de que muchas especies encuentran en Uruguay el límite de su distribución, son también aspectos que causan que en el país se presenten una gran diversidad de ambientes, especies y recursos genéticos (Rivas, 2010).

Dentro de los principales ecosistemas naturales se encuentran las praderas naturales, los bosques o montes nativos (fluvial, de parque, de quebradas, serrano y psamófilo), los palmares, los humedales y los ecosistemas costeros, con importante diferenciación de ambientes y especies, y alta riqueza específica para algunos grupos biológicos. (FAO, 2007 a).

FLORA DE CADA PAÍS

2.2

Argentina

La Argentina presenta una importante diversidad biológica como consecuencia del elevado número de ecosistemas y la presencia de ambientes únicos, que presenta su extenso territorio. Se describieron alrededor de 1.749 géneros de plantas superiores (Hunziker, 1984) y 9.938 especies de plantas vasculares (Helechos, Gimnospermas, Mono y Dicotiledóneas), de las cuales el 20% son endémicas. De acuerdo a Zuloaga *et al.*, (1999), el mayor número de endemismos a nivel de especies, se concentra en el NO del país, disminuyendo los valores a partir de esa región en sentido Norte-Sur y Oeste-Este. El NOA, incluyendo zonas altoandinas y bosques subtropicales y áreas del Chaco Serrano, es el área de mayor biodiversidad y es particularmente rica ya que ocupa sólo el 20% de la superficie y cuenta con más del 40% de los géneros descritos en el país. Es centro de origen o de diversificación de importantes cultivos andinos como maíz, papa, y poroto, entre otros, y constituye el límite sur del centro Andino de domesticación vegetal (Parodi, 1953). En las provincias de Misiones y Corrientes se encuentran algunas familias, géneros y especies compartidos con países vecinos, en especial Brasil y Paraguay. En el Chaco y la región pampeana, la biodiversidad es menor en relación a las otras áreas nombradas. La Estepa Patagónica y los Bosques Subantárticos contienen valores relativamente menores de biodiversidad en lo que respecta a familias, géneros y especies, pero con un número importante de familias endémicas de la región. Para la mencionada región se citan un total de 738 géneros y 2.400 especies (Correa, 1998). En la Estepa Patagónica se registra un total de 15 géneros endémicos mientras que en los Bosques Subantárticos se destacan algunas familias endémicas con distribución en las áreas boscosas del NO y NE.

Si bien en la Argentina la riqueza de especies vegetales es menor que la encontrada en ambientes tropicales, se compensa con la gran variabilidad genética que éstas poseen ya que muchas se adaptan tanto a condiciones subtropicales como a templadas, constituyendo la Argentina el límite austral y marginal de su área de distribución. En la Región NO se encuentran variedades locales y cultivares de papa (*Solanum tuberosum* spp. *andigena*), oca (*Oxalis tuberosa*), ulluco (*Ullucus tuberosus*), yacón (*Polymnia sonchifolia*), especies frutales como tomate de árbol (*Solanum betaceum*), maíz (*Zea mays*), porotos (*Phaseolus vulgaris*), ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.), amaranto (*Amarantus* spp.), quínoa (*Chenopodium quinoa*). En el Noreste se destacan variedades locales de mandioca (*Manihot esculenta*), maní (*Arachis hypogaea*), batata (*Ipomoea batata*). En todo el país se encuentran especies nativas o naturalizadas con valor forrajero tales como *Bromus*, *Agropyrum*, *Festuca*, *Hordeum*, *Digitaria*, *Poa*, *Lotus*, *Panicum*, *Paspalum*, *Stipa*, *Medicago*, *Trifolium*, *Vigna*, *Elymus*,

entre otras. Aunque en especies tales como maíz y papa, aún se cultivan numerosas variedades locales, en otras como en yacón, se ha reducido notablemente el número de agricultores que las cultivan. También ha disminuido el uso de variedades locales de pseudocereales. Las principales causas de disminución del cultivo de especies nativas y en particular de variedades locales de dichas especies son la sustitución de algunos cultivos por otras especies más productivas y/o más rentables y el reemplazo de las variedades locales de amplia variabilidad genética por materiales mejorados de la misma especie.

En lo que se refiere a especies silvestres autóctonas afines a las cultivadas, ellas integran diversas comunidades vegetales en distintas regiones ecológicas. Cuando están ubicadas dentro de los Parques Nacionales, en general no corren riesgos inminentes de erosión o pérdida, pero ocurre importante pérdida de poblaciones de especies valiosas en campos naturales y/o cultivados, debido a diversas causas. Dentro de las especies protegidas se pueden mencionar *Helianthus petiolaris*, *Poa iridifolia*, *Festuca ventanicola*, *Elymus scabrifolius*, especies silvestres de papa y relacionadas a los cultivos andinos, entre otras. Existen numerosas especies nativas aromáticas, medicinales, tintóreas y edulcorantes, con valor potencial aunque muchas no se emplean comercialmente. Se estima que se utilizan alrededor de 900 especies sólo en medicina popular; entre las más difundidas se encuentran las peperinas (*Hedeoma* spp., *Minthoslachys* spp.), poleos (*Lippia* spp.) y cedrones (*Aloysia* spp.) (FAO 1995, FAO 2007).

La Argentina posee un número importante de variedades locales de especies, introducidas al país durante siglos con las corrientes inmigratorias, que se han naturalizado y adaptado a la amplia geografía del país. Se destacan: trigo, avena, cebada, lenteja, sorgo, porotos, maíces, tomate, ajo, garbanzo, manzanos, girasol, alfalfa, gramíneas y leguminosas de la región mediterránea (FAO 2007).

Bolivia

Bolivia se encuentra en uno de los centros de origen y domesticación de plantas cultivadas. Por su accidentada orografía entre medio de las Cordilleras Occidental y la Oriental de los Andes, se ha dado lugar a la formación de un altiplano, numerosos valles y laderas donde se desarrolla la agricultura, además de los llanos tropicales que se encuentran en el sector Norte y Oriental del país. En su intrincada geografía con grandes variaciones de temperaturas y precipitaciones, se halla una infinidad de microclimas, que han propiciado la formación de numerosas especies que el hombre al domesticarlas y seleccionarlas ha utilizado para su subsistencia. Se han registrado en el país hasta el momento alrededor de 14.000 especies de plantas nativas con semillas (sin incluir helechos, musgos, algas), pero se estima que posee más de 20.000 especies vegetales. Se destaca por la existencia de numerosas variedades tradicionales de especies que se domesticaron en la región, tales como papa y otros tubérculos andinos, pseudocereales, leguminosas, algunas cucurbitáceas y maíz. La domesticación de estas especies se llevó a cabo en dos regiones diferenciadas: la región andina y la de tierras bajas.

En la región andina, con diversidad de condiciones ecológicas en espacios muy reducidos y condiciones muy limitantes, los pobladores manejan más de 40 especies alimenticias, muchas de las cuales están adaptadas a condiciones extremas de frío y sequía características de la zona. La papa, papa lisa, ajipa (*Pachyrhizus ahipa*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), maca (*Lepidium meyenii*), quinua y tarwi (*Lupinus mutabilis*) son algunas de los cultivos representativos de la región del altiplano mientras que en los valles se domesticaron el maíz, ajíes, batata y diversas frutas. La quinua

presenta una gran variedad de parientes silvestres que son conocidos y utilizados por los campesinos andinos. El centro de mayor diversidad es el altiplano peruano-boliviano. Presentan diversidad de forma, tamaños y colores de planta, tamaño de grano y formas de inflorescencia. El tarwi está entre los alimentos de mayor contenido de proteínas y aceite a nivel mundial, presentando una amplia variabilidad genética y diversidad de parientes silvestres.

En la región de tierras bajas se domesticó maní, yuca, maíz, algodón, tabaco, calabazas y frutas. Además, se citan otras especies utilizadas a nivel local y regional, que pertenecen a ecosistemas naturales que no sufrieron procesos de transformación ni mejoramiento y que en su estado natural presentan características de rusticidad ya sea por resistencia o tolerancia a condiciones adversas de clima, suelo, enfermedades y plagas. Se citan frutales nativos pertenecientes a las familias de las Leguminosas (*Inga*), Sapotáceas, Qutiferáceas (*Rheedia*), Passifloráceas, Rubiáceas, Caricáceas, Sapindáceas, Palmáceas y Bromeliáceas. Se mencionan más de 2.500 especies. El cacao se encuentra creciendo de forma silvestre en las regiones tropicales, y existen también variedades criollas que se cultivan para la elaboración del chocolate.

En Bolivia se reconocen hasta 3.000 especies de plantas medicinales y se mencionan también unas 24 especies de plantas que son usadas como fibras en construcción de embarcaciones, cestería y textiles.

Entre los cultivos nativos, se está perdiendo rápidamente la diversidad en maíz, debido en gran parte a la sustitución de variedades locales por híbridos o variedades mejoradas, y en los próximos años podría suceder lo mismo con el maní y otros cultivos como papa y yuca en menor proporción. En otras especies nativas, la producción se basa casi en su totalidad en variedades locales, pero en algunas de ellas se corre el riesgo de que sean abandonadas por los agricultores. Tal es el caso de la achira, la ajipa, la maca, el yacón, el tomate de árbol, entre otras. También las variedades criollas antiguas de trigo, cebada, avena, arveja, haba, alfalfa y caña de azúcar están sufriendo una fuerte sustitución por variedades mejoradas.

Se han identificado un total de 95 especies de parientes silvestres de cultivos pertenecientes a 17 géneros. Estos géneros incluyen especies de cultivos alimenticios como; raíces y tubérculos, granos, leguminosas, frutales, especias, nueces y palma: papa, yuca, batata, quinua, maní, poroto, ajíes, tomate de árbol, papaya, chirimoya (*Annona*), ananá, mora (*Rubus*), cacao, entre otros. (FAO, 1995 a, FAO, 2009; Gabriel *et al*, 1999).

Brasil

Brasil es el país con mayor diversidad biológica del mundo, cuenta con cerca de 32.500 especies de plantas vasculares, las cuales representan aproximadamente el 13% de la diversidad mundial de plantas, cuya flora está calculada en alrededor de 250.000 especies. La diversidad de condiciones edafoclimáticas permitieron la existencia de formaciones vegetales que se encuadran en seis biomas. En la flora brasileña se destacan los centros de diversidad de importantes cultivos como maní (*Arachis* spp.), mandioca (*Manihot esculenta*), guaraná (*Paullinia cupana*), ananá (*Ananas comosus*), caucho (*Hevea* spp.), cacao (*Theobroma cacao*), palmito (*Bactris gasipaes*), marañón (*Anacardium occidentale*) entre otras. Se destaca, además, la gran riqueza de especies con potencial para uso directo en agricultura, mejoramiento genético y domesticación, incluyendo forestales, frutales, palmeras, forrajeras, medicinales, industriales y ornamentales.

La región Amazónica brasileña tiene aproximadamente 14.000 especies de plantas vasculares, habiéndose reportado algún uso de 3.000 de ellas. Incluyen especies frutales, oleaginosas y medicinales, constituyendo el mayor patrimonio de floresta del planeta. Se reportan más de 600 especies maderables para esta región, 65 de las cuales son explotadas comercialmente, mayormente en forma extractiva; así como más de 120 especies aromáticas. La región de Cerrado presenta condiciones climáticas especiales muy variables que favorecieron el desarrollo de una gran diversidad de recursos genéticos potencialmente importantes como frutales, medicinales y ornamentales. Aproximadamente 13.000 taxa de diferentes plantas vasculares han sido reportadas en este bioma, la mayoría de las cuales sólo ocurren en él. Muchas de estas especies tienen un uso maderable, o son usadas como frutales. Más de 700 especies de plantas de este bioma son usadas como medicinales por el folklore nativo, e incluso otras son importante fuentes de ingreso como ornamentales. Muchas de estas actividades son esencialmente extractivas, por lo que pueden poner en peligro la sobrevivencia de muchas especies. La Caatinga es una región que incluye varios géneros de plantas que son endémicos y numerosas especies forrajeras de alto valor, especialmente en la zona árida. Asimismo, cuenta con importantes especies maderables, frutales y medicinales. La región de la Floresta Atlántica tiene aproximadamente 15.000 especies de plantas vasculares, y es uno de los biomas más antiguos y biodiversos del planeta. Al igual que los otros biomas, es formado por un complejo mosaico de tipos de vegetación, con manglares, floresta costera, mesofítica, y montañosa, así como sabana de altura. Se piensa que más del 50% de las especies de este bioma son endémicas. Dentro de las especies maderables se destacan dos que se encuentran entre las especies de mayor valor en América del Sur: pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), que da nombre al país, y el jacarandá (*Dalbergia nigra*). La región de la Pampa es un bioma de formaciones abiertas, cubiertas casi exclusivamente por especies herbáceas, y es compartida con Uruguay y Argentina. En esta región se encuentran unas 2.000 especies de plantas vasculares, de las cuales unas 400 son gramíneas. Finalmente, la región del Pantanal se caracteriza por presentar una flora de alto potencial económico constituido por pasturas nativas, plantas melíferas, comestibles, laníferas y medicinales, y compartiendo especies con varios otros ecosistemas, con pocas especies endémicas. Unas 1.500 especies de plantas han sido catalogadas en este bioma, identificándose alrededor de 200 útiles para la alimentación humana, animal e industria en general (FAO, 1995 b, FAO, 2009, Veiga, 1999).

Chile

En Chile continental se reconocen 5.105 especies de flora vascular y 5.739 taxa de flora, incluyendo especies y subespecies, de las cuales 88,5% tienen su origen en el país, y siendo 42,7% (2.452 taxa), nativas y 45,8%(2.630 taxa) endémicas. Se reportan 1.249 especies nativas de uso actual o potencial en la flora chilena, 230 son reportadas como comestibles, 396 de importancia forrajera, 484 medicinales, 509 ornamentales, entre otros. Chile es centro de origen de la frutilla silvestre (*Fragaria chiloensis*) que es progenitora de la frutilla cultivada, el tomate silvestre (*Lycopersicon chilense*), la papa, y el género *Bromus* de uso como especie forrajera, entre otras.

En referencia a la diversidad de plantas silvestres utilizadas como alimento, si bien no existe un catastro exhaustivo, se mencionan, entre otras: el rábano (*Raphanus sativus*), el berro (*Rorippa nasturtium-aquaticum*), el hinojo (*Foeniculum vulgare*), la verdolaga (*Portulaca oleracea*), el diente de león (*Taraxacum officinale*), rosa mosqueta (*Rosa canina*), la chaura (*Gaultheria spp*), calafate (*Berberis buxifolia*), frutilla del campo (*Rubus geoides*), grosella (*Ribes grosularia*), zarzaparrilla (*Ribes spp*), murtilla (*Ugni molinae*). Se mencionan también varias especies de árboles nativos, utilizados como alimento, entre otros: el notro (*Embothrium coccineum*), avellano chileno

(*Gevuina avellana*), piñón (*Araucaria araucana*), maqui (*Aristotelia chilensis*), y el copao (*Eulychinia acida*).

Varias especies fueron utilizadas en programas de mejoramiento genético con fines ornamentales en otros países, como *Alstroemeria*, *Calceolaria*, *Hippeastrum*, *Schizanthus*, etc. Numerosas Cactáceas son utilizadas como ornamentales, siendo extraídas directamente de su hábitat natural. Muchas especies tienen excelente potencial, tanto alimenticio como medicinal, árboles con aptitud forestal y para remediación de suelos, destacándose *Nothofagus sp.*, *Drimys winteri*, *Araucaria araucana*, *Austrocedrus chilensis*, *Acacia sp.*, *Prosopis sp.* Especies con aptitud industrial, como *Quillaja saponaria* y *Valenzuela trinervis* y con aptitud culinaria, como *Gevuina avellana*, *Chenopodium quinoa* y *Ugni molinae*.

Chile posee importantes variedades locales de cultivos tradicionales, algunos de ellos introducidos y que se han adaptado a la amplia geografía del país. Se destacan: avena, cebada, lenteja, papa, tomate, trigo, ajo, bromus, chícaro, garbanzo, zapallo de guarda, camote, manzanos, comino y pepino dulce, entre otros. (FAO, 1995 c, FAO, 2008).

Paraguay

La riqueza florística nativa del Paraguay se calcula entre 13.000 y 20.000 especies de plantas vasculares que habitan en formaciones vegetales que van desde bosques alto húmedos hasta matorrales xeromórficos. Numerosas especies de su flora han sido valoradas por sus propiedades y utilizadas por los nativos mucho antes de la llegada de los conquistadores a América. Se ubica en uno de los centros de origen de plantas cultivadas de Latinoamérica, conocido como Centro de Origen Menor Brasileño-Paraguayo, originario de unas 13 especies cultivadas de importancia socioeconómica, como la yerba mate (*Ilex paraguariensis*), *Stevia rebaudiana*, *Ananas comusus*, *Manihot esculenta*, *Ipomoea batata*, entre otras, y 406 especies de árboles nativos frutales y melíferos que se desarrollan en las formaciones boscosas, praderas y sabanas.

Es difícil precisar el número de especies de plantas endémicas en Paraguay, pero preliminarmente se puede decir que casi la totalidad de las especies nativas son endémicas de la Cuenca del Plata, y muchas de ellas endémicas de Paraguay. Por ejemplo, es importante señalar que de las 156 especies de árboles comunes, 107 (69%) son especies endémicas regionales compartidas con los países vecinos. A la fecha se reportan para uso popular e indígena 271 especies nativas, a las que deben sumarse otras 184 nativas arbóreas. De las especies señaladas, 150 son de uso popular tanto para consumo, como de usos industriales, artesanales, melíferos, forrajeros u ornamentales. De las especies nativas, 66% son hierbas, 15% son árboles, 10% son arbustos, 6% son lianas y 3% palmeras. En relación a las especies cultivadas, existe diversidad en maíz, mandioca, batata, leguminosas alimenticias y para abonos verdes. De las 41 especies cultivadas, 13 son especies nativas, 27 son aclimatadas y sólo una especie es introducida. Las especies medicinales son de conocimiento prehispánico. De 108 especies de plantas medicinales con mayor uso, actualmente, 66% son nativas, 9% introducidas, mientras que 25% son cultivadas. (FAO 2008 a)

Como géneros silvestres emparentados a las especies cultivadas y de importancia socioeconómica en Paraguay, pueden mencionarse, entre otros, los siguientes: *Pasiflora sp.*, *Arachis sp.*, *Stevia sp.*, *Manihot sp.*, *Ilex paraguariensis*, *Psidium sp.*, *Capsicum sp.*, *Nicotiana sp.*, *Solanum sp.* *Ananas sp.*, *Euterpes edulis*, *Gossypium sp.*

En Paraguay existen dos tipos de materiales adaptados y seleccionados a través de los años por los agricultores: las variedades y razas locales de las especies nativas cultivadas previamente al descubrimiento de América y las variedades criollas de especies exóticas, introducidas en algún momento de la historia del país desde la época de la colonia y muchas veces asociadas a la presencia de inmigrantes de diferentes orígenes. Así, existe importante riqueza en variedades y razas locales de especies nativas como maíz, maní, mandioca, porotos, batata, zapallos y calabazas. En la categoría de variedades criollas se encuentran principalmente frutales como los cítricos (*Citrus sp.*), el aguacate (*Persea americana*), el mango (*Mangifera indica*), la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), porotos del género *Vigna* y numerosas especies forrajeras que fueron introducidas y actualmente crecen en forma natural en diferentes ambientes en el país. (FAO, 1995 d, FAO 2008 a).

Uruguay

Uruguay presenta una flora predominantemente herbácea. Se han identificado unas 2253 especies nativas, agrupadas en 150 familias y 723 géneros y se registran 378 especies adventicias (Marchesi, 2001, citado por Rivas, 2010). La mayoría de las especies son herbáceas, habiéndose identificado unas 260 especies de árboles y arbustos nativos. Las compuestas (*Asteraceae*), es la familia con mayor número de especies indígenas (315), seguidas de las gramíneas (*Poaceae*) con 311, leguminosas (*Fabaceae*) con 177, y *Cyperaceae* con 11. Otras familias de importancia son las *Lamiaceae* y las *Myrtaceae*. Las praderas naturales ocupan el 71% del territorio y constituyen una de las áreas de mayor riqueza de especies de gramíneas en el mundo. Del total de unas 2000 especies reportadas en las praderas, unas 400 son gramíneas. Uruguay forma parte del centro de diversidad primaria, en el cual especies de gramíneas y leguminosas forrajeras de clima templado y subtropical han co evolucionado junto con especies herbívoras nativas y domesticadas. Las praderas son ecosistemas multiespecíficos, dinámicos y complejos, con predominancia de gramíneas perennes de ciclo estival que interactúan con el ambiente y con los animales en pastoreo. Se destacan las gramíneas forrajeras nativas de los géneros *Paspalum*, *Bromus*, *Poa*, *Axonopus*, *Coelorhachis*, *Eustachys*, *Stipa*, *Setaria*, *Bothriochloa*, *Ischemum*, *Calamagrostis*, entre otras. Entre las leguminosas se encuentran los géneros *Adesmia*, *Desmanthus*, *Desmodium*, *Lupinus*, *Mimosa* y *Rhynchosia*.

Los bosques nativos, incluyendo los palmares, ocupan el 4% del territorio nacional. Los palmares de *Butia capitata* ocupan unas 70.000 hectáreas, y son únicos en el mundo para esta especie, siendo compartida en el litoral Atlántico con Brasil.

Dentro de las especies nativas promisorias se encuentran en primer lugar, las especies de gramíneas y leguminosas forrajeras, como *Bromus*, *Paspalum*, *Stipa*, *Adesmia*, *Trifolium*, entre otras. Se destacan también varias especies frutales nativas, como el Guayabo del País (*Acca sellowiana*), Pitanga, (*Eugenia uniflora*), Butiá (*Butia capitata*), Arazá (*Psidium cattleianum*), Ubajay (*Hexachlamis edulis*), chal-chal (*Allophylus edulis*), Guaviyú (*Myrcianthes pungens*), entre otros. Además cabe mencionar el potencial de un grupo de especies de uso no convencional (medicinales, aromáticas, tintóreas, ornamentales, madereras, etc.).

Aunque Uruguay no presenta un grupo importante de especies silvestres emparentadas a las especies para la agricultura y la alimentación, cuenta con algunas especies de interés en los géneros *Arachis*, *Hordeum*, *Solanum sp.* También posee una riqueza importante en variedades criollas y/o locales de varias especies. Las principales en las que se han desarrollado son: trigo, maíz, maíz dulce, girasol, ajo, boniato, poroto, pimiento, ají, zapallo, cebolla, zanahoria, tomate, chaucha, maní. En algunas de estas

especies, ya han desaparecido gran parte de ellas, por sustitución por variedades modernas o por otros cultivos. También en especies frutales introducidas se cuenta con importante adaptación, habiéndose colectado mayormente variedades criollas de durazno y porta injertos de *Citrus*. (FAO, 1995 e, FAO, 2007, Condón *et al*, 1999).

POTENCIAL REGIONAL

2.3

La diversidad de especies silvestres, pertenecientes a diferentes familias y con usos reales o potenciales, constituyen un patrimonio genético valioso como fuente de posibles desarrollos productivos en la región, que van desde la alimentación hasta la cosmética, son fuente de variación para el mejoramiento genético, la domesticación de nuevas especies y la obtención de nuevos productos.

Las especies silvestres afines a las cultivadas merecen una especial atención como materiales a ser conservados e incorporados en los programas de mejoramiento, siendo necesario desarrollar programas de colecta y estudios biológicos sobre las mismas que faciliten su utilización en programas de pre mejoramiento.

Especies factibles de ser domesticadas y/o utilizadas *in situ*, como especies frutales, forrajeras, aromáticas, medicinales, etc., constituyen un conjunto importante de recursos fitogenéticos (RRFF) que requieren un mayor impulso a esta actividad. Las actividades de bioprospección para identificar nuevas moléculas de usos medicinales, aromáticos, fungicidas, insecticidas, etc. y desarrollar nuevos productos, con la consecuente creación de nuevas industrias y nuevas fuentes laborales, son un desafío mayor para los países del Cono Sur. Nuestros países necesitan invertir en este tipo de proyectos de investigación que permitan utilizar la enorme riqueza de RRFF que la región posee.

Ampliación de variabilidad a través de misiones de colecta en la región

Todos los países de la región reportan actividades de colecta en sus Segundos Informes Nacionales sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y recogidos en el Segundo Informe Mundial (2009 b). A continuación se mencionan principalmente las colectas realizadas en la última década.

En **Argentina**, en el período entre el Primer y Segundo Informe País, se reporta un número de accesiones colectadas que superan las 7.000 entradas, si bien se considera que la cobertura de algunas especies es incompleta. Dichas colectas han estado principalmente orientadas a especies forrajeras, frutícolas, hortícolas, ornamentales, arbóreas, razas locales de maíz, variedades andinas de papa, variedades primitivas de porotos, y poblaciones silvestres de girasol, batata, mandioca, poroto, papa y avena. También han comenzado incipientes emprendimientos para colectar especies raras y/o en peligro de extinción. El avance de la frontera agrícola es mencionado como un factor que está disminuyendo la superficie de áreas naturales, convirtiendo en prioritaria la recolección en estas zonas tanto de especies silvestres como variedades adaptadas de cultivos tradicionales. Se ha iniciado la colecta e identificación de poblaciones de especies silvestres emparentados con los cultivos en áreas protegidas (Parques Nacionales y Provinciales), con el objeto de identificar poblaciones ya protegidas en sus ambientes naturales y complementar la conservación *in situ* con *ex situ*.

En lo que respecta a **Bolivia**, desde fines de la década de 1990, varias expediciones de colecta son reportadas. Se amplió la colección de frijol nativo y pasifloras comestibles andinas, conservadas en Pairumani y en el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT). Entre el 2000 y el 2005 se colectaron 420 accesiones de maní cultivado, conservadas en Pairumani, y entre el 2005 y el 2010 la fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) recolectó 360 accesiones de papa, 97 accesiones de chirimoya, y 30 de tomate de árbol. A partir del 2005, se creó el Banco de Germoplasma Frutales del Valle, habiéndose colectado 44 accesiones de durazno y 5 de ciruela. También se han hecho colectas de yuca, camote, frijol, quinua, cañahua y papas, así como de especies silvestres emparentadas con las cultivadas. A estas colectas deben agregarse accesiones de más de 40 especies frutales silvestres de la Amazonía, así como accesiones de *Prosopis* en Potosí, 38 accesiones de arracacha, 14 de achira, 36 de yacón, 9 de walusa y 30 de ajipa en los departamentos de La Paz y Cochabamba.

Desde mediados de la década del setenta del siglo XX, el centro de Recursos Genéticos y Biotecnología de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (CENARGEN/EMBRAPA) ha liderado en **Brasil** las colectas de germoplasma. Desde entonces, más de 800 misiones de colectas se han realizado en Brasil, incluyendo los biomas principales, así como también materiales cultivados obtenidos de agricultores y ganaderos en ferias, mercados regionales y otras localidades. Las colectas han sido generalmente realizadas en colaboración con otras instituciones de investigación, y algunas de estas especies están siendo objeto de proyectos en la actualidad. Tal es el caso de ananá, algodón, maní, arroz, boniato, castaña de cajú, yam, forrajeras nativas (gramíneas y leguminosas), poroto, mandioca, maíz, palma, pimiento, caucho y varias especies forestales, ornamentales y medicinales. Desde la década de 1990, se ha hecho énfasis, además, en recuperar germoplasma de áreas particularmente afectadas, como es el caso de las zonas donde se ubican instalaciones hidroeléctricas y represas.

Chile menciona cuatro misiones de colecta realizadas por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en los últimos doce años, destacándose la recolección de 315 accesiones de *Lycopersicon chilense*, 147 accesiones de *Vitis vinifera*, 115 accesiones de *Bromus* sp., y 103 accesiones de *Ugni molinae*. Asimismo se mencionan colectas de quinua y otras especies nativas ornamentales y medicinales realizadas por otras instituciones. También el INIA ha comenzado un programa de recolección de especies nativas y endémicas junto al *Kew Royal Botanical Garden*. Se destaca la necesidad de realizar colectas a la brevedad, principalmente debido a la expansión y modernización de la agricultura y/o por subutilización y reemplazo de variedades criollas por modernas.

En **Paraguay** se reportan colectas en maíz, maní, mandioca, batata, ajíes, forrajeras y leguminosas alimenticias. Estas colectas se realizaron con apoyo de la cooperación internacional y en diferentes épocas entre las décadas de 1970 y 1990. Es de destacar que en el año 2007 se realizó una expedición al Chaco para colectar *Gossypium barbadense*. Pero si bien no se encontró riqueza en esta especie, se halló algodón silvestre de la especie *G. hirsutum*, constituyendo la recolección más al Sur que se haya realizado en América en esta especie.

En **Uruguay** se han realizado en los últimos años colectas de especies naturalizadas por parte de INIA, principalmente especies forrajeras, como *Lotus corniculatus*, avena, trébol rojo, alfalfa. Se trata de poblaciones mantenidas por agricultores en las cuales se puede encontrar adaptación local a estreses bióticos y abióticos, factores que comprometen la vida útil de las pasturas. También se han realizado colectas en especies forrajeras nativas: *Bromus auleticus*, *Paspalum notatum*, *Adesmia bicolor*

y *Adesmia securigelifolia*, con el objetivo de evaluar estas especies en sistemas de producción basados en el campo natural. Existe una importante riqueza en variedades criollas de especies hortícolas, especialmente cebolla y zanahoria, habiéndose realizado colectas conjuntas INIA-Facultad de Agronomía. También se han colectado accesiones de la especie *Solanum commersonii*, especie silvestre afín a la papa, con la se está también trabajando en programas de mejora.

Variedades y/o razas locales

Hasta el comienzo de la agricultura la evolución de las especies estuvo controlada por la selección natural. A medida que avanzó el proceso de domesticación y los primeros cultivos se extendieron a nuevas regiones, encontraron grandes diferencias ecológicas y a menudo las barreras geográficas naturales separaron y aislaron las poblaciones agrícolas. De esa manera la selección natural y la producida por los agricultores dieron lugar a la aparición de variedades primitivas y razas locales que se caracterizan por presentar elevada variabilidad genética, se encuentran en equilibrio con su medio ambiente y mantienen su productividad relativamente estable por largos períodos de tiempo. Las variedades o razas locales son las poblaciones vegetales que han acumulado mayor variabilidad (Frankel y Brown, 1984), ya que esta variabilidad se manifiesta en caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos.

Las variedades y razas locales, dependiendo de los países, provienen del centro de diversidad primario (nativas) o se desarrollaron luego de su introducción. Se destaca una importante riqueza en variedades locales de especies nativas, siendo muchas de estas especies de importancia mundial. Otras especies, de importancia local en la actualidad, poseen un importante potencial en el desarrollo de nuevos productos.

La introducción de especies y/o cultivos ha sido considerable en la región, y ha resultado en un número importante de variedades criollas y razas locales que constituyen la base genética de muchos programas de mejoramiento genético. Los materiales introducidos evolucionaron en la región, donde desarrollaron características que posibilitaron su adaptación a condiciones específicas tanto bióticas como abióticas, de acuerdo con las necesidades y preferencias de los agricultores que los utilizaron a lo largo del tiempo; en otros casos pasaron a integrar las comunidades vegetales de la región, lo que incrementó la biodiversidad vegetal.

El uso y conservación de las variedades tradicionales o razas locales es realizada principalmente por agricultores, en algunos casos integrantes de comunidades nativas que, frecuentemente, practican una agricultura de subsistencia con métodos tradicionales de producción.

En diversas regiones del Cono Sur se ha desarrollado un importante número de razas locales de cultivos nativos y naturalizados como papa, maíz, oca, frijol, maní, batata, tarwi, amaranto, quínoa, cañahua, ajíes, cebollas, ajo, zapallos, lenteja, garbanzo, trigo, forrajeras, así como de especies de importancia regional como ananá, papaya, mandioca, etc. Estos recursos genéticos dieron origen a variedades comerciales que con el advenimiento del mejoramiento genético y la aplicación del método científico han representan una continua fuente de diversidad genética.

Como consecuencia de cambios en los sistemas de producción, el desplazamiento de algunos cultivos y la introducción de nuevos, así como la utilización de formas modificadas de cultivos existentes, se está produciendo en algunas áreas un rápido reemplazo de las razas locales por materiales mejorados y/o distintos, con la consiguiente erosión genética. Actualmente, se reconoce la necesidad de conser-

var los RRFF cultivados tradicionales a través de una adecuada valoración y uso de los mismos. No obstante ello, esto no se ha generalizado en los países de la región para las variedades tradicionales (aunque hay algunas iniciativas), ni se han tipificado mercados para su comercialización. Por otra parte, también se constata, en muchos casos, un desconocimiento importante por parte de diferentes actores en cuanto a la relevancia de las variedades locales.

2.4

ESTRATEGIA PROPUESTA

- a) Fomentar acciones de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad mediante la creación de nuevas áreas protegidas principalmente en los centros de diversidad y/o domesticación, enfatizando acciones en especies silvestres y/o endémicas con valor real o potencial o identificando poblaciones en áreas protegidas ya establecidas.
- b) Incrementar la variabilidad genética de los cultivos y especies de interés actual o potencial, a fin de asegurar resultados continuos de los programas de mejoramiento genético de los países de la región mediante la disponibilidad de mayor diversidad genética disponible *ex situ* o *in situ*.
- c) Propiciar la creación de los Sistemas Nacionales de Recursos Genéticos (SNRG) en los países de la región, donde se coordinen y complementen los roles de las diferentes instituciones y participen los diversos actores involucrados en el tema.
- d) Elaborar planes nacionales de manejo y gestión de los RRFF que permitan regular la extracción o explotación intensiva de los mismos.
- e) Promover que tanto los proyectos de investigación y desarrollo como las políticas agropecuarias de los países incluyan pautas destinadas a fomentarla conservación y utilización sostenible de los RRFF, así como mecanismos de evaluación del impacto que dichos proyectos y políticas tienen sobre los RRFF nativos o naturalizados, en particular los daños por erosión genética.
- f) Desarrollar proyectos cuyos objetivos fundamentales sean la valoración y el conocimiento de la diversidad agrícola, así como su rol en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y en enfrentar situaciones de stress, en particular los causados por el cambio climático.
- g) Promover la cooperación inter-institucional entre los países del Cono Sur y con otras regiones, a fin de fortalecer las acciones orientadas hacia la conservación y el uso sostenible de los recursos fitogenéticos.
- h) Favorecer el desarrollo e implementación de acciones y proyectos de bioprospección, que permitan establecer programas de domesticación y de obtención de nuevos productos.
- i) Propiciar proyectos de conservación *in situ* y estudios de diversidad genética a fin de promover la utilización sostenible para especies silvestres de valor real o potencial.
- j) Identificar las especies nativas o naturalizadas de interés potencial aún no incluidas en los Bancos de germoplasma o escasamente representadas así como aquellas consideradas con riesgo de erosión genética o extinción, a los efectos de priorizar nuevas colectas.

- k) Propiciar el relevamiento y registro de variedades y razas y los conocimientos ancestrales asociados, a través de la interacción con los pobladores locales y/o agricultores de la región, observando cuidadosamente el código ético de conducta en cuanto al reconocimiento de la información asociada a cada uno de los materiales.
- l) Implementar proyectos de conservación *in situ* de razas o variedades locales, en campos de productores, huertas familiares, etc., a fin de asegurar la representatividad y mantenimiento de la población original.
- m) Asegurar la conservación adecuada de variedades locales a través de estrategias complementarias de conservación *in situ-ex situ*, prestando particular atención a colectas de aquellas variedades o razas locales que se encuentran en peligro de desaparición.
- n) Incentivar el uso de razas y variedades locales con características diferenciales a través de la exploración o creación de nuevos nichos de mercado, o la tipificación de un determinado producto.
- ñ) Implementar métodos de selección y mejoramiento participativo conjuntamente con los pobladores locales, complementando así la conservación de los materiales en fincas.
- o) Promover cursos de capacitación y actualización para el personal profesional, técnico y auxiliar en estrategias de muestreo, colectas, conservación, caracterización y utilización.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

2.5

BASUALDO, I Y N. SORIA, 2001. Cien especies Del Cerrado em El Paraguay. Facultad de Ciencias Químicas, Asunción, uma, Missouri Botanical Garden.

CHEBATAROFF J. (1960). Algunos aspectos evolutivos de la vegetación de la Provincia fitogeográfica Uruguayense. Apartado de la Revista Nacional N° 201.

CONDÓN, F. et ál. 1999. Uruguay: estado de los recursos fitogenéticos. In: Diálogo LV. Avances de Investigación en Recursos Genéticos en el Cono Sur, 35-42.

CORREA, M. N. 1998. Flora Patagónica. Colección Científica, Tomo VIII, Parte I, INTA, 391p.

DINERSTEIN, E., OLSON, D., GRAHAM, D., WEBSTER, A., PRIMM, S., BOOKBINDER, M., LEDEC, N. 1995. A conservation assessment of the Terrestrial Ecoregions of America and the Caribbeam. Washington, D.C. The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank.

EVIA G. y GUDYNAS E. 2000. Ecología del Paisaje en Uruguay. Aportes para la conservación de la Diversidad Biológica. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio ambiente – Junta de Andalucía – Agencia Española de Cooperación internacional.

FAO, 1995. Informe de la República Argentina. A. Clausen; M. Ferrer; S. Gómez; J. Tillería, (eds.). Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Genéticos. Buenos Aires, p.59.

FAO, 1995 a. Informe Nacional de recursos genéticos. 1995. Cuarta Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. La Paz, Bolivia. p.54.

FAO, 1995 b. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos de Brasil. Roma. Italia

FAO, 1995 c. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Santiago, Chile. p.58.

FAO, 1995 d. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Schwartzman, J. y Santander, V. (eds.). Recursos Fitogenéticos del Paraguay. Cuarta Conferencia PNUD/FAO.MAG. p.40.

FAO, 1995 e. Informe Nacional de recursos genéticos. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Uruguay. p.37.

FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. p.46.

- FAO, 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. p.114.
- FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et al. p.72.
- FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97p.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. p. 48.
- FAO, 2009 a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.v.Inglis, p.163.
- FAO, 2009 b. Draft Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak528e.pdf>
- FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J.F.A.; BICUDO, C.; CANHOS, D.A.L.; CARVALHO JR., A.A.; COSTA, A.F.; COSTA, D.P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P.M.; LOHMANN, L.G.; LUGHADHA, E.N.; MAIA, L.C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M.P.; NADRUZ-COELHO, M.A.; PEIXOTO, A.L.; PIRANI, J.R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L.P.; SOUZA, S.; SOUZA, V.C.; STEHMANN, J.R.; SYLVESTRE, L.; WALTER, B.M.T.; ZAPPI, D. Síntese da diversidade brasileira. In: FORZZA, R.C. et al. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010, v1, pp.21-42
- FRANKEL, O.H.; BROWN, A.H.D., 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. En: Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation (eds) J.H.W. Holden and J. T.Williams, George Allen and Unwin, pp 249-257.
- GABRIEL, J. L., et ál. 1999. Los recursos fitogenéticos de Bolivia. Diálogo LV. Avances de Investigación en Recursos Genéticos en el Cono Sur. IICA, Montevideo, Uruguay.
- GAJARDO, R. 1992. Vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago.
- GRELA I. (2004). Geografía florística de las especies arbóreas de Uruguay; propuesta para la delimitación de dendrofloras. Tesis de Msc. Montevideo, Uruguay. PEDECIBA.
- GUYRA PARAGUAY, 2001. Principal ecoregions of Paraguay and Summary of the Paraguayan Avifauna. Guyra Paraguay, 5.
- HUNZUKER, A.T. 1984. Los géneros de fanerógamas de Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Volumen 23 (1-4), p.384.
- IBAMA, 2002. GEOMERCOSUR:
<http://www.ambiental.net/geomercosur/geomercosur.03.pdf>
- LERAS-PÉREZ, E. A diversidade vegetal da Amazônia e o patrimônio genético mundial. In: BORÉM, A.; LOPES, M.T.G.; CLEMENT, C.R. (ed.) Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009, pp.39-52.
- OLSON et al., 2001 Terrestrial Ecoregions of the world: A new map of life on Earth BioScience • November 2001 / Vol.51 N°. 11, pp. 933-938.
- MITTERMEIER, R.A., C. G. MITTERMEIER, T. M. BROOKS, J. D. PILGRIM, W. R. KONSTANT, G. A. B. DA FONSECA, AND D. C. KORMOS. 2003. Wilderness and biodiversity conservation
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC193557/>
- PARODI, L.R. 1953. Relaciones de la agricultura prehispánica con la agricultura actual. An. Acad. Nac. de Agron y Vet. B. As. 1: pp 115-167.
- RIVAS, M. 2010. Valorización y conservación de la biodiversidad del Uruguay. In: Intensificación agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. García Préchac, F., Ernst, O.; Arbeletche, P., Perez, M.; Pritsch, C., Ferenczi, A., Rivas, M. Artículo 2. Fondo Universitario para contribuir a la comprensión pública de temas de interés general. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- SEAM. 2007. Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad del Paraguay. ENPAB 2004-2009. SEAM, p.110.
- VEIGA, R., 1999. Situação dos recursos fitogenéticos no Brasil. Diálogo LV. Avances de Investigación en Recursos Genéticos en el Cono Sur. IICA, Montevideo, Uruguay.
- ZULOAGA, F.O., MORRONE, O., RODRÍGUEZ, D. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana 27(1): pp. 17-167.

CONSERVACIÓN *EX SITU* DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS



Pedro León-Lobos: pleon@inia.cl
Ivette Seguel: iseguel@inia.cl
Federico Condón: fcondon@inia.org.uy

La conservación *ex situ* se refiere a la conservación fuera de los ambientes naturales de los componentes de la diversidad biológica: especies, poblaciones y genes. Es considerada una estrategia complementaria a la conservación *in situ*, ésta última realizada en los ambientes en que se ha generado y evoluciona la diversidad biológica, tanto en ecosistemas naturales como agro ecosistemas, pudiendo realizarse en áreas protegidas o fuera de las mismas.

Los recursos genéticos vegetales (recursos fitogenéticos), como componentes esenciales de la diversidad biológica, se conservan a través de ambas estrategias. La conservación *ex situ* ha sido la principal aproximación para preservar la diversidad genética asociada a los recursos fitogenéticos cultivados a nivel mundial. Esto se justifica porque un recurso genético conservado *ex situ* tiene más probabilidades de ser investigado, caracterizado y utilizado, que si está conservado *in situ*.

Históricamente, esta aproximación inició su desarrollo cuando a comienzos del siglo XX el científico ruso Nikolai Vavilov (1887 – 1943) propuso los centros de origen de los principales cultivos y colectó más de 200.000 muestras que se conservaron en el Instituto de San Petersburgo y en las estaciones experimentales de la entonces Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Más tarde, ya en la etapa de la *revolución verde*, Jack Harlan (1917 - 1998) publicó una serie de artículos de gran notoriedad referidos a la diversidad agrícola y la preocupación por la pérdida de las variedades tradicionales o locales, causada por las modernas prácticas agrícolas. Este proceso de pérdida de diversidad, llamado erosión genética, que ha seguido una tendencia creciente, llevó a que los esfuerzos a nivel científico se centren en conservar la diversidad genética vegetal a través de la recolección de germoplasma y su almacenamiento *ex situ*.

La conservación *ex situ* no implica solamente la preservación o almacenamiento de germoplasma, sino que también incluye un conjunto de actividades que componen el manejo de los recursos fitogenéticos con el fin de asegurar su calidad, uso y disponibilidad futura. Estas son la: a) *Adquisición de germoplasma*, la que puede realizarse a través de la recolección *in situ*, el intercambio, la donación o la creación de material genético por los programas de mejoramiento genético. b) *Caracterización y evaluación*, actividades complementarias que consisten en la descripción sistemática de atributos cualitativos y cuantitativos de las entradas o accesiones de una misma especie o cultivo, tanto para diferenciarlas como para identificar genes o atributos específicos. c) *Regeneración y multiplicación*, en términos generales son actividades similares, referidas a la propagación de una accesión con el fin de disponer de suficiente material para conservación y utilización. d) *Documentación*, referida al registro, organización y análisis de la información asociada a las colecciones.

A nivel internacional existen varios instrumentos, algunos vinculantes, que contienen y establecen explícitamente recomendaciones y obligaciones referidas a la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos.

El Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura fue el primer acuerdo internacional amplio relativo a la conservación

de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Su objetivo era “asegurar la prospección, conservación, evaluación y disponibilidad, para el mejoramiento de las plantas y para fines científicos de los recursos fitogenéticos de interés económico y/o social, particularmente para la agricultura” (FAO, 1983). Respecto a la conservación *ex situ*, el Compromiso (Art. 4.3) insta a los países firmantes a tomar medidas para proteger y conservar los recursos fitogenéticos fuera de su hábitat natural (*ex situ*), en bancos de genes o en colecciones de plantas con “vida activa” (colección a campo). El Compromiso fija especial énfasis en la recolección y protección científica de recursos fitogenéticos en peligro de extinción por causa del desarrollo agrícola o de otra índole (Art. 4.2). A su vez indica que la cooperación internacional se deberá orientar a intensificar las actividades internacionales relativas a la conservación, evaluación y documentación e intercambio de recursos fitogenéticos, mantenimiento de germoplasma y multiplicación de semillas (FAO, 1983).

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1992) pone énfasis fundamentalmente en la conservación *in situ* de la diversidad biológica y sus componentes en los sistemas de áreas silvestres protegidas (Art.8.a) y fuera de las mismas (Art.8.c). Sin embargo, valora la conservación *ex situ* como una herramienta complementaria, cuando la conservación *in situ* no sea suficiente para resguardar la diversidad genética y la de las especies.

Particularmente el Artículo 9 del Convenio establece la necesidad de que los países firmantes:

- a) Adopten medidas para la conservación *ex situ* de componentes de la diversidad biológica, preferiblemente en el país de origen de esos componentes.
- b) Establezcan y mantengan instalaciones para la conservación *ex situ* y la investigación de plantas, animales y microorganismos, preferiblemente en el país de origen de recursos genéticos.
- c) Reglamenten y gestionen la recolección de recursos biológicos de los hábitats naturales a efectos de la conservación *ex situ*, con objeto de no amenazar los ecosistemas ni las poblaciones *in situ* de las especies, salvo cuando se requieran medidas *ex situ* temporales especiales conforme el apartado *f* de este artículo.

Por otra parte, el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1996) plantea como objetivos más relevantes para la conservación *ex situ*: Asegurar la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura como base de la seguridad alimentaria; ayudar a los países e instituciones encargados de la conservación y utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA) a identificar prioridades para la acción y reforzar, en particular, los programas nacionales, así como los regionales e internacionales, incluida la formación y capacitación para la conservación y utilización de los RGAA, y aumentar la capacidad de las instituciones. En particular, las acciones que contempla el Plan de **Acción son:** a) Mantenimiento de las colecciones *ex situ* existentes, b) Regeneración de las muestras *ex situ* amenazadas, c) Apoyo a la recolección planificada y selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, d) Ampliación de las actividades de conservación *ex situ*. El programa sobre mantenimiento de las colecciones *ex situ* existentes tiene por objetivo transformar la escasa coordinación y la redundancia innecesaria e ineficiente de los intentos de conservación *ex situ*, en un sistema racional, efectivo y sostenible. Este Programa apunta a que todos los países sin locales de bancos de conservación a largo plazo, puedan almacenar sus colecciones en bancos de germoplasma internacionales y regionales. El derecho soberano sobre dichas colecciones por parte de los países proveedores podrá ser garantizado me-

diante acuerdos legales pertinentes. El programa sobre regeneración de las muestras almacenadas *ex situ*, apunta a regenerar más de un millón de muestras almacenadas en banco de germoplasma en todo el mundo, dando prioridad a las muestras conservadas a largo plazo y a aquellas que son únicas en el mundo.

La Estrategia Mundial para la conservación de las especies vegetales es un instrumento internacional sobre la conservación de la diversidad vegetal, la cual surgió en la Séptima Conferencia de las Partes (COP 6, Decisión VI/9) realizada La Haya, Holanda (Abril 2002). El ámbito de aplicación de la Estrategia es la diversidad genética, las especies y las comunidades vegetales y sus ambientes y ecosistemas conexos. Principalmente se centra en las especies vegetales superiores y otros *taxa* bien conocidos como las briófitas (musgos) y pteridófitas (helechos). En relación a la diversidad genética de cultivos y de otras especies vegetales importantes y socioeconómicamente valiosas, la Estrategia propone conservar al menos el 70% la diversidad agrícola, incluyendo los conocimientos locales e indígenas asociados a estas especies (objetivo global 9).

El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) tiene como tema central el manejo internacional de los recursos fitogenéticos relevantes para la alimentación y la agricultura. Paralelamente, el Tratado aborda otras materias directamente relacionadas, tales como la implementación de los “derechos del agricultor”, y la complementariedad de sus disposiciones con las del CDB y con los componentes del Sistema Mundial de la FAO. Referente a la Conservación *ex situ* de los Recursos Fitogenéticos, el Artículo 5.1. insta a las partes a promover un enfoque integrado de la prospección, conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Particularmente, a la promoción por las Partes, de “la organización de un sistema eficaz y sostenible de conservación *ex situ*” de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (Art.5.1e). Esto implica no sólo la creación o fortalecimiento de capacidades humanas y de infraestructura para conservar en forma segura germoplasma *ex situ*, sino también apoyar todas las medidas complementarias para que la conservación sea eficaz. Esto significa apoyos suficientes para la recolección de recursos fitogenéticos (Art.5.1.b), la caracterización (agronómica, bioquímica y genética), regeneración y evaluación de las colecciones conservadas. Además se incluye el apoyo para generar y hacer disponible toda la información asociada a las colecciones conservadas *ex situ*, es decir la documentación de los recursos fitogenéticos (Art.5.1.e.).

El Fondo Global para la Diversidad de los Cultivos (GCDT, por su sigla en inglés) es una organización internacional independiente creada para asegurar la conservación y disponibilidad de la diversidad de cultivos para la seguridad alimentaria mundial. Fue establecido a través de un acuerdo entre la FAO y el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola (CGIAR, por su sigla en inglés), a través de Bioversity International. En 2006, el Fondo realizó un Acuerdo con el Órgano Rector del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Dicho acuerdo reconoce al Fondo como un elemento esencial de la estrategia financiera del Tratado en lo que se refiere a la conservación *ex situ* y disponibilidad de los recursos fitogenéticos para alimentación y agricultura. Es un fondo autónomo en cuanto a su organización científica así como en reunir y asignar los fondos. Dichos recursos se manejan como un fondo fiduciario, y los ingresos que genera como intereses serán usados para mantener la conservación de colecciones únicas e importantes a perpetuidad, a través de las instituciones ya existentes en los países.

La Bóveda Mundial de Semillas de Svalbard

El 26 de febrero del 2008 marcó un hito en la historia de los esfuerzos de conservación de los recursos genéticos en el mundo. En el archipiélago de Svalbard, Noruega (78° N), se inauguró la bóveda mundial de semillas. La iniciativa del Banco Base Nórdico (NGB), el Ministerio de Agricultura y Alimentación de Noruega y el GCDT, tiene como propósito proveer un respaldo de la diversidad de cultivos conservada en los bancos de semillas tradicionales del mundo. La bóveda de semillas ofrece un sistema seguro de protección para uno de los más importantes recursos naturales en el planeta, la diversidad de los cultivos. A su vez, es un elemento esencial dentro de una red global de facilidades que conservan la diversidad de cultivos y los hace disponible para su uso en investigación y mejoramiento genético.

La bóveda consiste de tres cámaras sumamente seguras al final de un túnel de 125 metros de largo cavado en una montaña en el archipiélago de Svalbard en Noruega. Las semillas se almacenan a -18°C y son selladas en paquetes de cuatro capas de aluminio especialmente diseñados. A su vez los paquetes son sellados en cajas y almacenados en estantes dentro de la bóveda. Cada bóveda esta rodeada de *permafrost ártico*, asegurando la viabilidad de las semillas en caso de que el suministro de energía eléctrica falle. La baja temperatura y nivel de humedad dentro de la bóveda asegurará una actividad metabólica baja, manteniendo a las semillas viables.

La bóveda de semillas tiene una capacidad de almacenamiento de 4.5 millones de muestras, equivalente aproximadamente a 2 billones de semillas. En una primera etapa se está dando prioridad a la conservación de las muestras actualmente conservadas a largo plazo, bajo estándares internacionales, en bancos base de semillas de todo el mundo. Se está comenzando con las colecciones de los Centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por su sigla en inglés) y de algunos bancos nacionales claves. Posteriormente, los esfuerzos se concentrarán en salvaguardar la mayor cantidad posible de material genético único, evitando duplicados. El foco de conservación de la bóveda de semillas son los recursos genéticos de cultivos asociados a la alimentación y la agricultura. Estas pueden provenir de variedades locales y tradicionales, variedades obsoletas y especies silvestres relacionadas a las especies cultivadas. La conservación de las semillas en la bóveda es **un servicio gratuito**. Los bancos de semillas que acuerden enviar sus colecciones deberán pagar sólo los costos en envío y de retorno de los materiales, si esto es necesario. Sin embargo, el GCDT, está financiando la preparación y envío de las semillas desde los países en desarrollo y los CGIAR. El Banco Base Nórdico mantendrá una base de datos con la información de pasaporte asociada a las muestras ingresadas en la bóveda. Esta base de datos será de libre acceso de modo de asegurar la transparencia del sistema.

Finalmente, en lo referente al acceso a los recursos genéticos depositados en Svalbard, los países que envíen sus muestras seguirán siendo siempre sus propietarios.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN *EX SITU*

3.3

Existen diversas opciones para conservar *ex situ* especies vegetales. Maunder *et al.* (2004) identifican 9 diferentes métodos de conservación *ex situ*, desde los bancos genéticos en campo, los jardines comunitarios y botánicos, hasta los más complejos en el uso de tecnologías como son la conservación *in vitro* y la criopreservación. En términos prácticos, sin embargo, son 5 los métodos *ex situ* más conocidos y más

ampliamente utilizados para conservar los recursos fitogenéticos. Estos se diferencian básicamente por el tipo de material conservado y la tecnología de preservación aplicada. Algunos conservan plantas enteras *in vivo* (Ej. banco genético en campo, jardines botánicos), otros conservan estructuras o partes de plantas que tienen la capacidad de llegar a generar o convertirse en nuevos individuos (Ej., banco de semillas, de polen, de tejido *in vitro* y de crio-preservación), inclusive aquellos que permitan preservar fragmentos de ADN, como es el caso de los banco de genes. El uso de uno u otro método dependerá principalmente del objetivo del programa de conservación, el tipo de material a conservar, el desarrollo tecnológico y los recursos disponibles.

Entre los métodos de conservación *ex situ*, los bancos de semillas son los más aplicados por la relativa facilidad de implementación, seguridad y mejor relación costo-beneficio. Las semillas son almacenadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Bajo condiciones estándar de -18°C y 5% de contenido de humedad de la semillas es posible mantenerlas viables en el largo plazo (FAO/IPGRI, 1994), más de 100 años en el caso de las colecciones o bancos base. La ventaja de este método es que permite preservar la diversidad genética representativa de una gran cantidad de especies en un espacio relativamente reducido. Este es un método factible para la mayoría de las especies vegetales existentes a nivel mundial, ya que una alta proporción de plantas tienen semillas con la capacidad de tolerar la pérdida de humedad y sobrevivir al almacenamiento en frío. A este tipo de semillas se le denomina ortodoxas. La importancia adicional de esta aproximación es que el material genético preservado se encuentra inmediatamente disponible para ser utilizado en investigación, mejoramiento de plantas, así como reintroducción de especies y restauración de ecosistemas.

Los jardines botánicos, también son un método ampliamente utilizado para preservar diversidad vegetal. Desde sus inicios, los jardines botánicos estuvieron principalmente concentrados en el cultivo de muestras de especies vegetales para fines de conservación, investigación, educación y divulgación. En los últimos años, la tendencia en los países desarrollados es transformar los jardines botánicos en centros de conservación de diversidad vegetal, que utilizan no sólo el cultivo en jardín, sino que integran otros métodos como la conservación de semillas e inclusive conservación *in vitro* y crio-preservación.

La gran ventaja de la preservación bajo cultivo en jardines botánicos es que además de conservar la diversidad de especies, posibilita su divulgación e investigación. Sin embargo, la gran desventaja es que se mantienen muy pocos ejemplares por especies, representando una baja diversidad genética intraespecífica. Esto genera riesgo de pérdida de integridad genética y depresión por endogamia, especialmente en las especies leñosas. Además, como estas colecciones están normalmente agrupadas con criterio taxonómico evolutivo, existe un alto riesgo de hibridización interespecífica y depresión por exogamia. Finalmente, al estar al aire libre, este tipo de colecciones están sujetas a la pérdida por desastres naturales y por efecto de plagas y patógenos.

En un banco genético a campo, las colecciones se conservan al aire libre, y son principalmente utilizados para preservar germoplasma de especies frutales y forestales. Especialmente se usan para aquellas especies cuyas semillas no toleran la desecación, tales como las denominadas recalcitrantes, las especies con predominancia de reproducción agámica (vegetativa) y aquellas de ciclo de vida largo, donde los tiempos para obtener plantas adultas son largos. Mediante este método normalmente se mantiene un mayor número de individuos por entrada que en los jardines botánicos, aunque no necesariamente esto implica mayor diversidad genética, ya que normalmente los individuos de una entrada pertenecen al mismo clon o representan genotipos elite seleccionados. Este método tiene un relativo alto costo de mantenimiento,

también una alta probabilidad de daño por desastres naturales, hibridación y daño por plagas y patógenos.

Los bancos de tejidos *in vitro* surgen como una necesidad para preservar en forma más segura germoplasma de especies recalcitrantes y de propagación vegetativa. En esta técnica, un explante (órgano, tejido o célula), se cultiva en forma aséptica en un medio nutritivo bajo condiciones controladas de luz y temperatura. Este método permite preservar un mayor número de plantas en espacios reducidos, así como tener mayor control fitosanitario de las colecciones y facilidad de intercambio de materiales. La gran desventaja es que requiere constante repique y cambio del medio de cultivo, lo que incrementa los costos de mantenimiento, aumenta el riesgo de contaminación microbiana y la pérdida de material por error humano. El crecimiento del explante puede ser retardado reduciendo la temperatura y luminosidad, aplicando al medio retardantes químicos o reduciendo el nivel de oxígeno presente. Bajo estas condiciones, los intervalos de repique, pueden ser extendidos hasta un año o más. La conservación *in vitro* ha sido aplicada para un amplio grupo de especies, incluyendo especies leñosas templadas, frutales y hortalizas, así como un gran número de especies tropicales. Aunque esta técnica se usa principalmente para preservación a mediano plazo de especies cultivadas, el desarrollo reciente de la técnica de recolección *in vitro* da la oportunidad de expandir la recolección de germoplasma a aquellos recursos fitogenéticos en peligro de extinción, con semillas recalcitrantes o con problemas de disponibilidad de semillas *in situ*. En estos casos la conservación *in vitro*, puede ser utilizada como un método intermedio y en forma temporal hasta que las semillas sean generadas.

La criopreservación es un método que ha sido también utilizado principalmente para la preservación de germoplasma de especies cultivadas de semillas recalcitrantes o con reproducción agámica. Sin embargo, actualmente está adquiriendo una creciente importancia para preservar germoplasma de recursos fitogenéticos silvestres, especialmente aquellos en peligro de extinción y raras. Este método se basa en la reducción y detención de las funciones metabólicas de materiales biológicos en Nitrógeno líquido a -196°C . A esta extrema temperatura los procesos de división celular y actividad metabólica se detienen completamente. Así, el material vegetal teóricamente puede ser conservado sin alteraciones o modificaciones por un tiempo ilimitado. La principal desventaja es que se requieren desarrollar protocolos de criopreservación para cada especie de planta, ya que éstas pueden responder de forma diferente a este método y no todas las especies, órganos o tejidos de una planta soportan estas bajas temperaturas y la deshidratación que ello conlleva. En la actualidad esta tecnología permite conservar células, tejidos, polen, semillas o embriones, yemas y tejido meristemático de algunas especies.

Con el desarrollo de la biotecnología ha surgido y se ha masificado en los últimos años una nueva forma de conservar germoplasma, son las bibliotecas de genes o bancos de ADN. En términos generales, estos pueden ser de tres tipos: de ADN Genómico, bibliotecas de ADN y fragmentos de ADN clonados, incluyendo sondas de RFLP microsátélites, etc. La ventaja de esta técnica es que las muestras de ADN almacenadas pueden ser fácilmente enviadas y distribuidas sin enfrentar problemas de cuarentena y listas para su posterior manipulación y análisis molecular. Las muestras de ADN son potencialmente la forma más estable de preservar germoplasma y no requiere frecuente regeneración para retener su futura utilidad en forma indefinida.

A pesar de la ventaja indicada, los bancos de genes tienen varias limitaciones. La primera, es que una muestra de ADN debe contar con una apropiada identificación e etiquetado, así como información, sin la cual se hace imposible su uso. Segundo, el almacenamiento y uso de la muestra de ADN requiere mayor nivel de tecnología que

el de una muestra de semillas. Tercero, en el caso de su evaluación, el reconocimiento de fenotipos (resistencia a enfermedades, tolerancia a estreses, etc.) está restringido a aquellos caracteres codificados para genes conocidos. Cuarto, no es adecuada para la conservación de biodiversidad, ya que solo se pueden recuperar genes individuales, no genomas u organismos completos.

3.4

ESTADO DE LAS COLECCIONES Y CAPACIDADES DE CONSERVACIÓN *EX SITU* EN LOS PAÍSES DEL CONO SUR

Argentina

El país cuenta con Bancos de Germoplasma y Colecciones pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y también a diversas instituciones de investigación, principalmente universidades, jardines botánicos e incluso cooperativas de productores. De acuerdo al Segundo Informe Nacional sobre la Situación de los Recursos Fitogenéticos en la Argentina, el 95% de los recursos fitogenéticos informados, son conservados por la Red de Germoplasma de INTA (RGB). INTA posee un Banco Base que conserva duplicados de resguardo de las colecciones de los nueve Bancos Activos bajo su administración, otras colecciones del Instituto y mantiene en custodia colecciones de otras instituciones. Además del INTA, trece instituciones poseen bancos o colecciones activas, principalmente de especies forestales, forrajeras y hortícolas.

Los bancos activos conservan las semillas en cámaras a temperaturas entre 0 y 7 °C; en general sin control de humedad, pero en envases herméticos. El banco base conserva las semillas a -20°C, en bolsas trilaminadas de aluminio, selladas herméticamente y con un contenido de humedad de la muestra por debajo del 5% (Clausen *et al.* 2008).

En el INTA existen capacidades para la conservación *in vitro*, principalmente para algunas especies de multiplicación agámica tales como mandioca, papa, batata, especies florales y especies forestales. Además, existen acciones en criopreservación, aún en una etapa experimental, como el trabajo con papas andinas (Digilio, 2007), batata y ajo. También se encuentran en marcha actividades de investigación en criopreservación en el Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes (IBONE), con especies nativas y exóticas (Scocchi, *et al.*, 1998, 2004).

El total de entradas registradas en el Informe Nacional del año 2008, asciende a 66.670, las cuales son mantenidas bajo diversos sistemas de conservación. Entre las que se destacan: 36.556 son colecciones de semillas conservadas a largo plazo, 23.332 corresponden a muestras de semillas que se conservan *ex situ* a corto y mediano plazo; 5.060 incluyen colecciones que se conservan a campo y 1.722 se conservan *in vitro*. Considerando la Red de Bancos de Germoplasma de INTA aproximadamente un 62,5% de las colecciones de los bancos activos poseen un duplicado en el banco base para su conservación a largo plazo.

Las colecciones más importantes son las de maní con 3791, sorgo con 3.200, maíz con 2.584, y papa con 1842 entradas respectivamente; y las especies forrajeras de clima templado, y templado semiárido, girasol, trigo, soja, hortalizas, cebada cervecera y avena con un número que oscila entre 600 y 1400 entradas cada una.

En general, las Colecciones Activas y la Colección de Base cuentan con información de pasaporte en la base de datos relacional DBGERMO desarrollada por el INTA. Para algunas especies ya se encuentra disponible información referida a caracterización y evaluación.

Las colecciones a campo en su gran mayoría no tienen duplicados, presentándose deficiencias en el resguardo de algunas colecciones especialmente en especies arbóreas, arbustivas y forrajeras.

Las colecciones poseen caracterización morfológica que oscila del 25 al 100% de las accesiones que las componen, correspondiendo los máximos valores a las especies hortícolas. La evaluación agronómica oscila de 15 a 100% y aproximadamente la mitad de las colecciones han sido caracterizadas usando marcadores moleculares cuya aplicación también es predominante en las especies hortícolas (Clausen *et al.* 2008).

Bolivia

Bolivia cuenta con cuatro cámaras de frío a 0°C que funcionan como bancos activos y una cámara de frío a -18°C destinada a la conservación de duplicados en el banco base. Las semillas son almacenadas en los bancos activos en contenedores de plástico de diferente tamaño, de acuerdo a sus dimensiones. En el banco de base de Pairumani, los duplicados son conservados en bolsas de aluminio selladas y con un contenido de humedad de las semillas inferior al 7%, secadas a baja temperatura. Además diversas instituciones cuentan con 'almacenes' para conservación a corto plazo. Otros centros, mantienen sus colecciones de semillas en contenedores de plástico a temperatura ambiental.

Las condiciones de clima frío y seco durante la mayor parte del año que caracteriza a la zona del altiplano boliviano, hace que en los bancos de granos alto andinos se pueda mantener la semilla por un período de diez o más años sin necesidad de regeneración, mientras que en las otras zonas del país es indispensable contar con cámaras refrigeradas.

El germoplasma de tubérculos y raíces se mantiene mediante colecciones *in vivo* en viveros e *in vitro* en laboratorio de cultivo de tejidos, complementan las facilidades del banco de raíces y tubérculos un laboratorio de Fitopatología para la limpieza de virus en las plantas de reproducción asexual.

La conservación de frutales (durazneros, manzanos, perales y ciruelos, chirimoya, pasifloras, etc.) se realiza en campo, en superficies adecuadas para instalar huertos como bancos activos. Las colecciones de cítricos, castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*), achiote (*Bixa orellana*), mango, cacao y anacardio (*Anacardium occidentale*), se encuentran en mal estado de conservación y con pocos recursos económicos para su mantención.

Se están realizando pruebas de crioconservación a -190°C para la colección pasiflora.

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) posee un Sistema Nacional de Conservación de Recursos Genéticos conformado por seis bancos de germoplasma, de los cuales cinco conservan recursos genéticos vegetales. Entre estos bancos, y otras colecciones en Bolivia, se conservan 15.620 accesiones de especies agroalimentarias cultivadas y sus parientes silvestres. Destacándose el Banco de Germoplasma de Pairumani (4.803 accesiones), el Banco de Tubérculos y Raíces Andinas (4.595 accesiones), el Banco de granos Alto Andinos de la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) (3.344 accesiones), y

el Banco de Germoplasma de Granos Andinos de la Universidad Técnica de Oruro (UTO) (2.597 accesiones) .

En cantidad, las colecciones más importantes a nivel nacional corresponden a quínoa (*Chenopodium quinoa*), (3.121); cañihua , (*Chenopodium pallidicaule*), (801), papas (2.398), maíz (1.470) y maní (1.020) y varias raíces y tubérculos andinos como , oca ,(*Oxalis tuberosa*) (487), ulluco , (*Ullucus tuberosus*) , (197) y mashua , (*Tropaeolum tuberosum*), (79).

Algunos cultivares criollos o introducidos hace varios años con importancia económica, no están conservados o las colecciones son muy pequeñas como el arroz, la cebada, el café, el banano, el plátano, los cítricos y la caña de azúcar.

Las colecciones presentan diferente grado de caracterización. En base a los datos disponibles, los cereales andinos (*quínoa* y *cañihua*), habas y papas, son las colecciones con más alto porcentaje de accesiones caracterizadas morfológicamente, con 100, 90 y 76 por ciento, respectivamente. Las raíces andinas arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), yacón (*Smallanthus sonchifolius*), achira (*Canna indica*) y ajipa (*Pachyrhizus ahipapa*) están caracterizadas morfológicamente y evaluadas en base a las características nutricionales de las raíces. Se ha caracterizado molecularmente el 86% de la colección de granos alto andinos y 511 accesiones de los tubérculos.

La regeneración y multiplicación de accesiones de las colecciones de germoplasma de tubérculos y raíces son actividades constantes realizadas por los bancos de germoplasma de Bolivia. En el caso de granos alto andinos la regeneración está en función de la viabilidad de la semilla conservada.

Las colecciones están documentadas en sistemas manuales y electrónicos. Este último utilizando pcGRIN y planillas Excel. Se está llevando a cabo la instalación del software SIRGEN.

Brasil

Brasil cuenta con el Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuaria (SNPA), constituido por la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y sus 41 unidades, por las Organizaciones Estaduales de Pesquisa Agropecuaria – (OEPA), con 16 unidades, por universidades e institutos de investigación de ámbito federal o estadual, así como por otras organizaciones públicas y privadas, directa o indirectamente vinculadas a la actividades de investigación agropecuaria. Ese sistema ejecuta gran parte de las actividades de conservación de germoplasma en Brasil. Esfuerzos regionales han sido promovidos, como por ejemplo la creación de la Red de Recursos Genéticos Vegetales del Estado de Bahia (RGV – Bahia), que incluye 11 instituciones, que juntas, conservan aproximadamente diez mil accesiones de varias especies vegetales.

En 2009, fue implantada la Plataforma Nacional de Recursos Genéticos, coordinada por la EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología, (CENARGEN), reuniendo 30 unidades de la Empresa y otros 45 colaboradores. Brasil cuenta con un total de 350 bancos de germoplasma vegetal que conservan en total aproximadamente 200 mil accesiones. La Plataforma mantiene, actualmente, 170 Bancos Activos de Germoplasma Vegetal (BAG) que se encuentran en el sistema EMBRAPA y 180 en las demás instituciones del SNPA. . Estas accesiones se organizan en colecciones por grandes grupos de productos, destacándose los bancos activos de germoplasma de arbóreas y palmeras (4.096 accesiones), cereales (69.254), forrajeras (8.673), frutales (18.679), hortalizas (25.815), industriales (incluyendo caña de azúcar, café y caucho

– 17.986), leguminosas (52.989), medicinales, aromáticas y estimulantes (5.556), ornamentales (4.179) y raíces y tubérculos (6.828).

La colección de base (COLBASE) de germoplasma vegetal es mantenida en la EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología, y comprende tanto la colección de germoplasma bajo forma de semilla, para las especies ortodoxas, como la colección *in vitro*, para las especies cuyas semillas no presentan comportamiento ortodoxo en condiciones de almacenamiento. La COLBASE de germoplasma semilla, conserva, actualmente, 109.902 accesiones de 671 especies vegetales, pertenecientes a 221 géneros. Todas las accesiones son identificadas individualmente con un sistema de código de barras. Periódicamente la colección es monitoreada respecto a la viabilidad de las accesiones y, en caso de necesitarlo, son regeneradas en los bancos activos (BAG). La COLBASE es mantenida en cinco cámaras con temperatura de -20°C , sin control de humedad relativa, con un volumen total de 570 m^3 , las que proporcionan condiciones para la conservación de aproximadamente 250.000 accesiones. Las semillas son mantenidas con humedad entre 3 y 7 por ciento, en sobres aluminizados e impermeables. Todas las accesiones son identificadas individualmente con un sistema de código de barras.

La colección de base *in vitro*, utiliza dos cámaras de crecimiento y posee capacidad de almacenamiento de aproximadamente 10.000 accesiones. Existe una cámara para las especies de clima templado o subtropical, mantenida a 10°C , y otra para las especies de clima tropical, mantenida a 20°C . La mayoría de las especies de propagación vegetativa están conservadas en distintas unidades de la EMBRAPA e instituciones asociadas como el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) y la Universidad Federal del Estado de Rio de Janeiro (UERJ). La COLBASE *in vitro* conserva, actualmente, cerca de 1.800 accesiones de algunas especies, como batata, mandioca, piña, uva, ñame (*Dioscorea alata*) y especies medicinales. De acuerdo con las exigencias de la especie, las plantas son conservadas en cámaras con temperaturas de 10, 20 o 25°C .

Todas las accesiones conservadas en la COLBASE poseen sus respectivos datos de pasaporte, que constituyen uno de los módulos del Sistema Brasileiro de Información en Recursos Genéticos (SIBRARGEN). Los datos de caracterización y evaluación son almacenados en el módulo BAG de este mismo sistema. Además del trabajo de rutina de conservación, se están desarrollando estudios con semillas de especies nativas nunca antes estudiadas, cuyo objetivo es determinar el comportamiento de sus semillas, de forma de establecer metodologías apropiadas y protocolos de rutina para su conservación a largo plazo. De la misma forma, han sido desarrollados estudios en criopreservación, utilizándose no solamente semillas, sino otros tejidos vegetales, especialmente para especies tropicales autóctonas productoras de semillas recalcitrantes.

Chile

Las capacidades nacionales identificadas para conservar recursos fitogenéticos a través de semillas en Chile son: dos bancos base de semillas, uno administrado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el otro a cargo de la Universidad Austral de Chile; seis bancos activos (tres de INIA, dos de Forestal Mininco y uno de la Universidad Austral de Chile); Todos estos en general, cumplen con las condiciones definidas internacionalmente para el almacenamiento a largo y mediano plazo, respectivamente. Además, existen en Chile 32 bancos o cámaras de trabajo, de las cuales 27 garantizan la conservación de las semillas en buenas condiciones hasta por tres años al poseer sistemas controlados de temperatura y humedad. De este total, 20 están a cargo de INIA. Además en el país se registran 29 colecciones en campo,

que principalmente conservan germoplasma de especies frutales, forestales y ornamentales. El país posee laboratorios de criopreservación y unidades *in vitro* que informan de algunas actividades de conservación, sin embargo éstas son acotadas en especies y cantidades de accesiones o corresponden a colecciones de investigación. Los jardines botánicos también conservan germoplasma, en su mayoría de especies nativas, algunas exóticas ornamentales y endémicas en peligro de extinción.

En Chile se conservan *ex situ* alrededor de 67.313 accesiones que representan a 598 especies. Del total de accesiones, 82% se conserva en forma de semillas, 13% en colecciones en campo y el 5% restante *in vitro*. El 88% del total de accesiones conservadas corresponden a especies cultivadas y/o de importancia para la alimentación y la agricultura, representadas en 259 especies; el 12% restante corresponde a especies silvestres. El germoplasma más importante del grupo de las especies cultivadas de interés agrícola, forestal y ornamental conservadas en los bancos de semillas son: cereales con 33.794, leguminosas con 9.610, hortalizas con 5.093 y forrajeras con 3.952, accesiones respectivamente. Dentro de las colecciones destacan trigo (31.190 accesiones), frijol (1.988), lenteja (1.345), maíz (1.271), papa (1.687) y chícharo (1.500). La colección de trigo está conformada por 3 sub colecciones activas localizadas en tres bancos de INIA.

La mayor parte de las colecciones están conservadas en los bancos de semillas del INIA (81%). Sólo un 10% y un 19% de todas las accesiones de semillas están conservadas en forma segura en bancos base y bancos activos, respectivamente. Por otro lado el 72% de las accesiones están mantenidas como colección de trabajo. Esto indica el bajo nivel de seguridad que tienen la mayoría de las colecciones almacenadas en los Bancos de semillas en el país, a pesar de las adecuadas capacidades instaladas para conservación a mediano y largo plazo.

La mayoría de las colecciones poseen al menos datos de pasaporte. Los datos de caracterización están menos representados en las colecciones. Sólo un 46% de las accesiones conservadas en bancos de germoplasma en el país tienen algún tipo de caracterización morfológica o agronómica. Algunas colecciones está completamente caracterizadas y bien documentadas, como la colección de maíz, porotos, papas y, parcialmente la colección de lenteja. Sin embargo, a la fecha no se cuenta con una base de datos curatorial para administrar la información asociada a las colecciones.

Paraguay

La conservación *ex situ* en Paraguay se realiza básicamente en las Unidades Experimentales del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA, creado por Ley N°3.788/2010), en los campos experimentales, jardines y viveros de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ) de la Universidad Nacional de Asunción y en el Jardín Botánico de la Ciudad de Asunción.

El Instituto Agronómico Nacional (IAN) y el Centro Regional de Investigación Agrícola, ambos del IPTA y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA) poseen cámaras frías con temperaturas alrededor de 5°C en las cuales se pueden conservar semillas a mediano plazo, sin embargo el Paraguay no cuenta con cámaras frías para conservación a largo plazo a -18°C. Tampoco cuentan con desecadores de semillas. Las colecciones se conservan mayoritariamente *in vivo*, lo que significa que deben ser sembradas cada año. El IAN y la FCA cuentan con cámaras para crecimiento y conservación *in vitro*. Además cuentan con invernaderos y casas de mallas que permiten sembrar colecciones fuera de la época de cultivo o bajo condiciones protegidas. En general la infraestructura existente en el país no es suficiente para lograr una adecuada conservación de los recursos fitogenéticos,

sobre todo en el largo plazo. En este sentido es fundamental el fortalecimiento de la infraestructura tanto de las instituciones públicas como académicas que realizan trabajos de conservación de recursos fitogenéticos.

En las unidades experimentales del IPTA se encuentran en diferentes formas de conservación unas 1.972 accesiones que representan a 24 especies cultivadas, 78 especies forrajeras y 17 frutales nativos. La gran mayoría de las especies corresponden a cultivos extensivos, especialmente granos, oleaginosas y cereales. Las colecciones más numerosas son las de maíz (664), mandioca (423) y soja (220).

La FCA conserva esencialmente especies arbóreas, muchas de las cuales son frutales nativos, además de plantas medicinales y diferentes especies cultivadas totalizando 420 materiales, e incluye 180 accesiones de la colección de mandioca del IPTA. Las especies arbóreas comprenden 98 especies, 20 de las cuales son comestibles. En la FCQ el germoplasma conservado es diverso y en forma de jardín y arboretum que incluye mayoritariamente especies nativas, especies forestales, frutales, medicinales y ornamentales. La colección de plantas vasculares supera las 450 especies, distribuidas en 83 familias botánicas. También se tiene colecciones de orquídeas y helechos nativos. El Jardín Botánico de la Ciudad de Asunción mantiene una colección que incluye 309 especies de uso medicinal, herbáceo y arbóreo tanto exótico como nativo. Estas últimas representadas por 220 especies ligadas a los usos y costumbres ancestrales de la población.

Cada institución que conserva *ex situ* tiene su propio sistema de documentación, de manera que existen diversos modos de almacenar la información. Por otro lado, dicha información no siempre está disponible en forma electrónica. Generalmente se encuentra en mano de los mejoradores y no está centralizada en una única fuente de información. Finalmente, existe sólo una caracterización y evaluación parcial de las colecciones, básicamente por falta de recursos humanos y financieros. La colección de maíz y maní se encuentran caracterizadas con descriptores básicos.

Uruguay

El país cuenta con capacidades para conservación de semillas. El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) creó en 1993 la Unidad de Recursos Genéticos en INIA La Estanzuela, cuya responsabilidad es el mantenimiento y conservación a largo plazo de las colecciones, principalmente de especies de cultivos extensivos, forrajeras, forestales, y hortícolas. Cuenta con un Banco Base para la conservación a largo plazo de semillas (-18°C; envasado hermético), cámara de secado con flujo de aire a 20°C y 15% HR, y grupo electrógeno para respaldo de energía. Dispone también de cámaras para conservación a mediano plazo (5°C, 35% HR) en La Estanzuela y en las demás Estaciones Experimentales de INIA. Además, dispone de laboratorios para análisis de semillas y laboratorios de patología. En INIA Las Brujas cuenta con instalaciones para conservación *in vitro* y cámaras para conservación de clones a 7°C, donde se conservan clones de papa, *Solanum commersoni*, boniato (batata), hierbas aromáticas y frutilla.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FAGRO- UDELAR) posee dos refrigeradores a -18°C para conservación a largo plazo y una cámara de 20m³ para conservación a mediano plazo (4°C).

En Uruguay se conservan *ex situ* cerca de 22.000 accesiones de recursos fitogenéticos. De éstas, un 63% son conservadas en el banco base de INIA, un 17,5% en el banco de mediano plazo de la Facultad de Agronomía, un 12,5% en bancos activos, un 5,7% en colecciones de campo, y un 1,5% en *in vitro*. Las colecciones del ban-

co base de INIA están conformadas principalmente por germoplasma de especies introducidas, existiendo también importante material criollo de cultivos como maíz, *Lotus corniculatus* y avena. La mayoría del germoplasma conservado en el banco base (74%) corresponde a especies de cultivos extensivos de secano y riego. Las colecciones de campo corresponden mayoritariamente a especies frutales, (cítricos y *Prunus sp.*) y forestales. Las principales colecciones conservadas en INIA comprenden: 10.188 accesiones de cultivos de secano, 1.983 accesiones de leguminosas forrajeras, 746 de arroz, 667 de gramíneas forrajeras, 310 accesiones de duraznero, y 260 clones de papa. También INIA está trabajando en consolidar sus colecciones de *Eucalyptus sp.* y de especies de gramíneas nativas como *Bromus auleticus* (90 accesiones).

Las colecciones conservadas en Facultad de Agronomía comprenden principalmente especies nativas silvestres (61.6% del total) y variedades locales (35%). Se conservan 3.304 accesiones, siendo las colecciones más numerosas la de maíz (721 accesiones), *Paspalum* (554), maní (464), y *Bromus* (320). También es interesante la colección *in vivo* de especies de frutales nativos, cítricos y especies forestales.

Los viveros comerciales mantienen colecciones de recursos genéticos, pero la mayoría son especies forestales y ornamentales.

Muchas de las accesiones no tienen duplicado en Uruguay ni en el extranjero. Por otro lado, la mayoría de las colecciones tienen una caracterización básica y una alta proporción de descriptores avanzados. Existe una valiosa información de caracterización y evaluación para colecciones de interés, especialmente de resistencia a enfermedades. El estado de monitoreo y regeneración es variable. Algunas colecciones, principalmente en INIA son monitoreadas y regeneradas periódicamente, regeneración que es generalmente realizada por los mejoradores en coordinación con el banco base. En aquellas especies que no disponen de programa de mejora es realizado por el banco base. En la Facultad de Agronomía el tema es crítico, ya que se depende de la financiación de proyectos extra presupuestales que permitan la contratación de personal. La documentación de las colecciones base y activas se realiza actualmente en Microsoft Access, pero en el caso de INIA se está en proceso de migrar la información a DBGermo.

3.5

CONSERVACIÓN *EX SITU*: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

La conservación *ex situ* se basa en el uso de un conjunto de herramientas accesibles y seguras para resguardar la diversidad genética tanto de plantas silvestres como de recursos genéticos cultivados. Sin duda que sin el desarrollo y masificación de estas técnicas, gran parte de las variedades locales, cultivares tradicionales y modernos se hubiesen erosionado o perdido. Adicionalmente, sin la diversidad de los cultivos conservada *ex situ*, la expansión del mejoramiento genético no hubiese sido sostenible.

La región del Cono Sur es reconocida como un importante centro de origen de varios cultivos. Como parte del Centro Sudamericano ha aportado a la agricultura mundial especies tales como la mandioca, papa, maní, porotos, pimentón, frutilla, ají y tomate. Además, se ha transformado en una importante región de diversificación de varios otros cultivos como el caso de maíz y trigo. Por otro lado, la agricultura y la economía de los países del Cono Sur están basadas en su gran mayoría en germoplasma exótico de los cultivos esenciales para la alimentación y la agricultura, como es el caso

de trigo y arroz. Esto genera una alta dependencia de los programas de mejoramiento genético del germoplasma exótico.

En el análisis del estado y las capacidades de los países en recursos genéticos, se observan varios problemas y limitantes comunes. Entre éstas se destacan: problemas serios de regeneración y documentación de las colecciones, así como escasa coordinación nacional para afrontar desafíos comunes en esta materia. Además algunos países presentan serias limitantes en infraestructura básica para la conservación, como bancos de semillas.

Frente a esto el gran desafío es que los países de la región lleguen a contar con capacidades y programas sólidos para conservar, caracterizar y utilizar los recursos genéticos esenciales para la alimentación y el desarrollo agrícola, y a su vez para resguardar la gran diversidad agrícola presente en sus territorios. En este sentido es necesario desarrollar sinergias entre los países para apoyar en transferencia de tecnología y capacitación, así como para fortalecer capacidades especialmente en aquellos países más atrasados en conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos.

ESTRATEGIA PROPUESTA

3.6

- a) Es necesario promover la creación de capacidades de infraestructura para la conservación a largo plazo (semillas y criopreservación) en aquellos países que aún no cuentan con facilidades mínimas para ello.
- b) Promover y establecer una Red subregional o regional de conservación en bancos de germoplasma de los recursos fitogenéticos cultivados de importancia para la alimentación y agricultura del Cono Sur o realizar acuerdos regionales para usar bancos de los otros países.
- c) Fomentar la investigación en manejo y conservación *ex situ* de los RFAA, en almacenamiento de semillas, conservación *in vitro*, criopreservación, regeneración y multiplicación, especialmente de especies recalcitrantes. Aplicar o desarrollar las herramientas biotecnológicas disponibles para acelerar y mejorar estos procedimientos. Optimizar las prácticas de manejo de germoplasma desarrollando o adecuando protocolos y procedimientos estándares.
- d) Es necesario apoyar las actividades de monitoreo y regeneración de las colecciones conservadas en los bancos de germoplasma. Se debe optimizar la utilización de marcadores moleculares en la detección de duplicados.
- e) Facilitar el uso del germoplasma vegetal a través de la documentación adecuada de la información disponible en las colecciones nacionales, haciendo particular énfasis en la información de pasaporte que acompaña a cada entrada (la información de marcadores moleculares o genes presentes en el mismo debe ser utilizada para los datos de pasaporte). Integrar dicha información a una base de datos nacional disponible en Internet.
- f) Conformar colecciones núcleo subregionales de recursos genéticos cultivados estratégicos para el Cono Sur, con el fin de promover su utilización en el mejoramiento genético.
- g) Promover la transferencia tecnológica y capacitación en técnicas de conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Para su implementación, se requiere la estructuración de un Programa de capacitación en recursos genéticos, que aproveche las capacidades e iniciativas regionales en esta materia.

- h) Promover e implementar un sistema ágil de intercambio de germoplasma esencial para la alimentación y la agricultura en los países del Cono Sur, a través del establecimiento de un protocolo único de acceso a los materiales conservados en los bancos de germoplasma.

3.7

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BERRETTA, A, F CONDÓN, M. RIVAS (2007) Segundo Informe país sobre el estado de los Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Comité Nacional de Recursos Fitogenéticos. República Oriental del Uruguay. p.115. Ubicado en el sitio web:<<http://www.pgrfa.org/gpa/ury/docs/SEGUNDO%20INFORME%20PAIS%20RFG%20URUGUAY%202007.pdf>>

BOLIVIA (2008) Estado de los Recursos Fitogenéticos Para La Agricultura y la Alimentación (RFAA) En Bolivia. Segundo Informe País. Ubicado en el sitio web: <<http://www.pgrfa.org/gpa/bol/bolivia2.pdf>>

ARGENTINA (2007) Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Ubicado en el sitio web:

<<http://www.pgrfa.org/gpa/arg/InformeARG2008FAO.pdf>>

DA SILVA MARIANTE A, MJ AMSTALDEN SAMPAIO, MC VALADARES INGLIS (Ed) (2009) State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for Food and Agricultura. Ministério of Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p.163.

DIGILIO, A. (2007) Crioconservación de Variedades Nativas de Papa. Avances en la Investigación de los Recursos Genéticos del Cono Sur, Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur II/ PROCISUR, IICA. Uruguay, pp: 167-171.

ENGELMANN, F. (1997) In vitro conservation methods. En: Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use: 119-162. Ford-Loyd BV, Newbury JH & Callow JA (Eds). CAB International, Wallingford, UK.

ENGELMANN, F. (2004) Plant cryopreservation: progress and prospects. In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant 40 (5): 427-433.

ENGELMANN, F & J.M.M. ENGELS (2002) Technologies and Strategies for *Ex Situ* Conservation. In: Managing Plant Genetic Diversity: 89-103. Engels JMM, V Ramanatha Rao, AHD Brown & MT Jackson (Eds.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

FALK, D.A. (1990) Integrated Strategies for Conserving Plant Genetic Diversity. Annals of the Missouri Botanical Garden, 77(1): 38-47.

FAO/IPGRI (1994) Genebanks standards. United Nations Food and Agriculture Organization & International Plant Genetic Resources Institute, Rome. p.13.

Fowler G (2008) The Svalbard Global Seed Vault: Securing the Future of agricultura.

FRANKEL, O.H., A. BROWN & J.J. BURDON (1995) The conservation of plant diversity. Cambridge University Press. p.299.

HAVENS, K., E.O. GUERRANT JR., M. MAUNDER & P. VITT (2004) Guidelines for *Ex Situ* Conservation Collection Management: Minimizing Risk. In: *Ex Situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild: 454-473. Guerrant EO, K Havens & M Maunder (Eds). Society for Ecological Restoration International. Center for Plant Conservation. Island Press. Washington

HONG, T.D., S. LININGTON & R.H. ELLIS (1998) Compendium of information on seed storage behaviour. Vols. I & II. Royal Botanic Gardens, Kew.

LININGTON, S & H. W. PRITCHARD (2001) Gene Banks. Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. Vol. 3: 165-181. Academic Press.

MAUNDER, M., K. HAVENS, E.O. GUERRANT JR. & D. FALK (2004). *Ex Situ* Methods: A vital but Underused Set for Conservation Resources. In: *Ex Situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild: 3-20. GUERRANT EO, K HAVENS & M MAUNDER (Eds). Society for Ecological Restoration International. Center for Plant Conservation. Island Press. Washington.

MENGES, E.S., E.O. GUERRANT JR. & S. HAMZÉ (2004) Effect of Seed Collection on the Extinction Risk of Perennial Plants. In: *Ex Situ* Plant Conservation: Supporting Species Survival in the Wild: 305-324. Guerrant EO, K Havens & M Maunder (Eds). Society for Ecological Restoration International. Center for Plant Conservation. Island Press. Washington.

PARAGUAY. 2008 .El estado de los recursos fitogenéticos. Ubicado en el sitio web:

<<ftp://ext-ftp.fao.org/AG/Data/Upload/StateoftheWorld/CountryReports/Paraguay.pdf>>

PENCE, V., J.A. SANDOVAL, V.M. VILLALOBOS & F. ENGELMANN, Eds. (2002). *In vitro* collecting techniques for germplasm conservation. IPGRI Technical Bulletin No. 7. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

RODAS, C., L. PÉREZ DE MOLAS, R. DEGEN Y V.R. SANTACRUZ (2008) Estado de los Recursos Fitogenéticos del Paraguay. Segundo Informe Nacional: Conservación y utilización sostenible para la alimentación y la Agricultura. Dirección De Investigación Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay. p.112. <http://www.pgrfa.org/gpa/pry/images/SegundoInforme.pdf>

SALAZAR, E., LEÓN-LOBOS, P., MUÑOZ, C. & M. ROSAS (2006) Estado de la Conservación *Ex Situ* de Recursos Genéticos Vegetales en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Boletín INIA N° 156.

ROBERTS, E.H. (1973) Predicting the storage life of seeds. *Seeds Science & Technology* 1: 499-514.

ROSSO, B., F. MAMANI, VALLS, J.F.M., SEGUEL, I., SANTANDER, V., CONDÓN, F., BERRETTA, A . 2007. Conservación ex situ - Colecciones relevantes del Cono Sur. REGENSUR, Documentos. http://www.procisur.org.uy/online/cyber_ficha.asp?grupo=8&doc=146

SCARASCUA-MUGNOZZA & P. PERINO (2002). The History of ex situ conservation and Use of plant genetic resources. En: *Managing Plant Genetic Diversity*: 1-22. Engels JMM, V Ramanatha Rao, AHD Brown & MT Jackson (Eds). CABI Publishing. Wallingford, UK, p.487.

SCOCCHI A., FALOCI M., MEDINA R., OLMOS S. YL. MROGINSKI (2004) Plant recovery of cryopreserved apical meristem-tips of *Melia azedarach* L. using encapsulation/dehydration and assessment of their genetic stability. *Euphytica* 135: 29-38.

SCOCCHI, et al., 1998. Criopreservación de germoplasma de Yerba mate. *Actas de la XII Reunión de Fisiología Vegetal, Mar del Plata*. 394-395

SEGUEL, I., AGÜERO, T , AMUNATEGUI, R., LAVAL, E., LEON, P., MANZUR, M.I., PREHN, D., ROJAS, C., SAMAROTTO, M., SARTORI, A., & H. VOGEL (2008). Segundo Informe País, Chile. Estado de los Recursos Fitogenéticos: Conservación y Utilización Sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile; FAO. Santiago de Chile. Ubicado en el sitio web: <http://www.pgrfa.org/gpa/chl/files/segundo_informe_pais_chile.pdf>

TOUCHELL, D.H. AND K.W. DIXON (1993) Cryopreservation of seed of Western Australian native species. *Biodiversity and Conservation* 2(6): 594-602.

VAVILOV, N. I. 1926. *Centers of origin of cultivated plants*. Universidad de Cambridge. Press Cambridge.

WAY, M. (2003) Collecting Seed from Non-domesticated Plants for Long-Term Conservation. In: *Seed Conservation: Turning Science into Practice*: 165-201. SMITH RD, JB DICKIE, S LININGTON, HW PRITCHARD & RJ PROBERT (Eds.). The Royal Botanic Gardens Kew, United Kingdom.

WYSE JACKSON, P.S. AND L.A. SUTHERLAND (2000) International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International, U.K.

SITIO WEB:

Estrategia Mundial para la Conservación de las Plantas

<http://www.bgci.org/policy/gspc/>

**CONSERVACIÓN *IN SITU* DE
RECURSOS FITOGENÉTICOS
DE IMPORTANCIA PARA
LA AGRICULTURA Y LA
ALIMENTACIÓN**



Mercedes Rivas: mrivas@fagro.edu.uy

Andrea Clausen: aclausen@balcarce.inta.gov.ar

Pedro León-Lobos: pleon@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La conservación *in situ*, también llamada conservación dinámica, se realiza en las áreas en las que ocurre naturalmente la diversidad biológica. Para los recursos fitogenéticos silvestres, esta conservación se realiza en los sitios en que las poblaciones de las especies de interés evolucionaron y se diversificaron. En el caso de los recursos fitogenéticos cultivados, la conservación *in situ* se realiza en los predios o fincas de los agricultores que poseen variedades locales o criollas y en los huertos familiares. Esta estrategia de conservación adquiere una importancia creciente ante escenarios globales que afectan a nuestro planeta, tales como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y los procesos de desertificación. En las próximas décadas, una población mundial creciente requerirá cada vez más de la diversidad genética para lograr nuevas adaptaciones a estreses ambientales, resistencia a nuevas plagas y/o enfermedades, productos nutraceuticos y otra gran diversidad de productos, farmacéuticos y cosméticos, entre otros.

Desde los inicios de la década del 90, con la aprobación del Convenio sobre Diversidad Biológica (1992), el paradigma de conservación evolucionó desde un énfasis en la conservación *ex situ*, prevalente durante las décadas del setenta y ochenta del siglo XX, a una apuesta prioritaria para la conservación *in situ*. Esta prioridad se ve expresada en el Plan de Acción Mundial (PAM) para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación (FAO, 1996), a través del capítulo sobre Manejo *in situ*.

La principal diferencia entre ambos tipos de conservación, es que en la conservación *in situ* no se aísla a los recursos fitogenéticos de su entorno biofísico, socio-económico y cultural. Continúan ocurriendo los procesos evolutivos y co-evolutivos, así como los procesos de selección y diversificación en los agrosistemas. La generación de variantes genéticas adaptadas de forma continuada es sustancial para el mantenimiento de la vida y las especies en el planeta, especialmente importante ante las perspectivas de cambio climático. La seguridad alimentaria de los pueblos, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, la recreación, el turismo y el futuro del mejoramiento genético dependen directamente de la conservación dinámica de la biodiversidad.

También es importante señalar que existen actividades productivas, como la ganadería sobre praderas y pastizales naturales, que se basan en la utilización directa de la biodiversidad; así como otros tipos de producciones basadas en el extractivismo (frutos, especies medicinales, maderas, etc.). Si bien estas actividades muchas veces no se realizan de forma sostenible, la conservación *in situ* de las especies y poblaciones es fundamental para la continuidad de estas producciones y los medios de vida para sectores importantes de la sociedad.

La conservación *in situ* de la biodiversidad en general, y de los recursos fitogenéticos en particular, es parte integral de una estrategia destinada a mantener y mejorar la calidad de vida en el planeta. Para lograr una conservación *in situ* efectiva, se requieren estrategias que integren a organismos públicos y privados, tanto ambientalistas como aquellos orientados hacia la actividad agrícola en su conjunto, y también a la población en general.

ANTECEDENTES

El Artículo 8 del Convenio sobre Diversidad Biológica establece que cada parte contratante organizará y mantendrá un sistema de áreas protegidas, establecerá medi-

das para el ordenamiento de áreas donde haya que tomar medidas para conservar la diversidad biológica, y garantizará la conservación y uso sostenible de la biodiversidad dentro y fuera de las áreas protegidas. También el Artículo plantea la regulación, administración y control de los riesgos derivados de la utilización y liberación de organismos vivos modificados; el control y erradicación de especies invasoras; y el respeto, preservación y mantenimiento de los conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, fomentando que los beneficios derivados se compartan equitativamente.

En el Plan de Acción Mundial para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos de importancia para la agricultura y la alimentación (1996), una de las cuatro áreas prioritarias se refiere a la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. Las cuatro actividades planteadas incluyen: a) el estudio e inventario de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; b) apoyo a la ordenación y mejoramiento en fincas de los recursos fitogenéticos; c) asistencia a los agricultores en casos de catástrofes para restablecer los sistemas agrícolas y d) promoción de la conservación *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres para la producción de alimentos.

Por su parte, la Estrategia Mundial para la conservación de las especies vegetales es un instrumento internacional que surgió en la Séptima Conferencia de las Partes (COP 6, Decisión VI/9) realizada en La Haya, Holanda (abril 2002). El ámbito de aplicación de la Estrategia es la diversidad genética, las especies y las comunidades vegetales y sus ambientes y ecosistemas conexos. El fin último y a largo plazo de la Estrategia Mundial es detener la pérdida actual y continua de la diversidad de las especies vegetales. Sus fines parciales son: a) Comprender y documentar la diversidad de las especies vegetales, b) conservar esta diversidad, c) promover su utilización de modo sostenible, d) promover la educación y concienciación de las especies vegetales, y e) crear las capacidades necesarias para su conservación. En el ámbito de la conservación *in situ*, la Estrategia propone conservar *in situ* al menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas del mundo (Meta 4), lograr la protección del 50% de las áreas más importantes para conservación de las especies vegetales (Meta 5), lograr que por lo menos el 30% de los terrenos de producción se administren en consonancia con los principios de la conservación de la diversidad de especies vegetales (Meta 6) y lograr que el 60% de las especies amenazadas del mundo se conserven *in situ* (Meta 7).

Es importante considerar un elemento relevante, no contemplado en este Plan, y que son los cambios ambientales que indudablemente afectarán a los recursos genéticos. No sólo será importante considerar acciones orientadas hacia la rehabilitación de ambientes y/o mitigación, sino también el concepto de los cambios ambientales globales. Estos cambios, cuyos efectos serán dispares según las áreas geográficas que se consideren, impactarán sobre los cultivos y sobre los congéneres silvestres de las plantas cultivadas, así como sobre las especies de uso directo. Se requerirá explorar la utilización de nuevas fuentes de variabilidad a fin de ampliar la base genética de los cultivos, en función de los cambios que se prevén. En el caso de las especies silvestres, se demandarán acciones concretas e inmediatas de relevamiento e identificación de las mismas en áreas naturales y/o protegidas, a fin de poder monitorear estas poblaciones, que sin duda constituirán las reservas genéticas del futuro, ya que continuarán evolucionando bajo distintas presiones climáticas.

Por último, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura (2001), reconoce en el Artículo 14 del mismo, la importancia de la aplicación del Plan de Acción Mundial, así como la necesidad de su aplicación

progresiva por parte de las Partes, no sólo con recursos nacionales sino también mediante la cooperación internacional.

4.3

CONSERVACIÓN *IN SITU* DENTRO Y FUERA DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

Clásicamente cuando se hace mención a la conservación *in situ*, las áreas protegidas aparecen como la opción más reconocida para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la concepción de la conservación *in situ* es bastante más amplia, incluyendo la conservación tanto dentro como fuera de las áreas protegidas. Por otra parte, la diversidad de sistemas y categorías de áreas protegidas, así como de tamaño y cobertura ecológica de las mismas, ofrece distintas oportunidades para la conservación y utilización de los recursos genéticos. Las reservas estrictas normalmente presentan tamaños reducidos y actúan como santuarios de la naturaleza; mientras que otras categorías como los paisajes protegidos, las unidades de conservación o los parques nacionales, ocupan superficies mayores y permiten combinar adecuadamente la conservación y la utilización sostenible. De todos modos, en la mayoría de las situaciones, los sistemas nacionales de áreas protegidas no contemplan explícitamente la conservación de los recursos genéticos, priorizando la conservación de paisajes, ecosistemas y especies. A su vez, la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad prácticamente no es atendida por los sistemas de áreas protegidas en los países del Cono Sur.

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos implica necesariamente la identificación de los sitios o áreas en que se distribuyen las poblaciones demográficamente saludables, que sean genéticamente diversas o con características únicas. También es fundamental contar con un plan de manejo que tenga como objetivo la conservación del recurso fitogenético. De no existir una propuesta de manejo dirigida a este objetivo, su conservación será casuística. Un paradigma importante en la conservación de los recursos fitogenéticos es que la utilización adecuada de los mismos es una de las mejores garantías para su conservación. En algunas situaciones, un manejo beneficioso para algunas especies, puede ser perjudicial para otras. Uno de los ejemplos más claros es la exclusión de pastoreo para favorecer la regeneración de especies arbóreas, que sin embargo termina acabando con la comunidad de pastizal y los recursos forrajeros.

Asociada a la problemática anterior, una de las principales disyuntivas que se discute en los ámbitos de las áreas protegidas es el grado de utilización y participación de los seres humanos en las mismas. En la medida que no logre resolverse este tema a favor de la inclusión de los privados en las áreas de conservación, difícilmente los países del Cono Sur puedan establecer áreas protegidas con importante cobertura territorial. La conservación no debería basarse en la exclusión de los productores rurales y actores locales, la mejor estrategia consiste en que los mismos se apoderen de los objetivos de conservación y aprovechen las oportunidades que las áreas ofrecen, como por ejemplo el ecoturismo, la certificación de productos y procesos, las producciones alternativas, etc. Esto no implica desconocer que en algunas situaciones particulares sea necesario establecer reservas estrictas.

A la fecha, la propuesta de incluir una categoría especial (Reserva genética) para la conservación de los recursos fitogenéticos en los sistemas de áreas protegidas, sigue estando entre las prioridades de los países del Cono Sur, aunque pueden citarse algunos avances puntuales.

Por otra parte, en los últimos años se han realizado avances conceptuales y prácticos relativos al ordenamiento territorial, herramienta que permite incluir la conservación de la biodiversidad y los recursos fitogenéticos como uno de los elementos sustanciales para planificar el uso del territorio. El trabajo conjunto con los profesionales y oficinas u organismos que realizan los planes de ordenamiento aparece como una estrategia importante a seguir.

Los proyectos de conservación *in situ* en predios rurales, tanto de especies silvestres como de variedades locales, ha superado en los nueve años transcurridos desde la anterior Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur, la barrera de estar en el plano de las ideas. En este período se han llevado adelante diversas experiencias, que deberían ser evaluadas, pero que ciertamente demuestran las posibilidades de la conservación *in situ* fuera de las áreas y en sistemas productivos.

TIPOS DE CONSERVACIÓN *IN SITU*

4.4

Se reconocen básicamente tres tipos de conservación *in situ*, la conservación *on farm* dirigida a la conservación de las variedades locales y criollas en los sistemas agrícolas tradicionales; la conservación *home garden* dirigida a conservar especies menores utilizadas de forma doméstica, y la conservación de especies silvestres en los agroecosistemas.

La conservación *on farm*, se realiza en la granja, la finca o el predio. Se considera el agroecosistema en su totalidad y es el agricultor una parte fundamental de la propuesta, sin el cual es imposible llevar adelante cualquier propuesta de conservación *in situ*. La creación de unidades de conservación de esta naturaleza se basa en la búsqueda de seguridad alimentaria, la optimización del uso de los recursos, la generación y mantenimiento del trabajo rural y para evitar la migración de agricultores hacia las ciudades. La localización de estas áreas de conservación depende de la distribución de los cultivos de interés, de la diversidad de variedades locales y de factores socio-culturales que permitan la implementación de las unidades de conservación.

La planificación y puesta en funcionamiento de las reservas genéticas de especies silvestres implica la definición de las especies a conservar, básicamente arbóreas, forrajeras, medicinales y las emparentadas a los cultivos. Se deben identificar los sitios, tamaños, formas y corredores biológicos de las reservas; así como establecer el manejo a seguir para la conservación de los recursos fitogenéticos. La prioridad es capturar la variabilidad central de la especie a conservar, dependiendo el número de reservas a establecer de los patrones regionales de diversidad y de las dinámicas de las metapoblaciones. También es muy importante considerar que la unidad de conservación es la mínima población viable, de modo que el tamaño efectivo de las poblaciones (entre 500 y 5000 individuos) permita asegurar la conservación de la diversidad genética por un período indefinido de tiempo. Desde la óptica de la gestión de las reservas es imprescindible la generación de conocimientos y la formación de recursos humanos tanto en el área biológica como socio-económica y productiva. La búsqueda de alternativas productivas que se deriven de la utilización de los recursos fitogenéticos de especies silvestres es un camino promisorio para lograr la conservación y desarrollo sostenible.

En el caso particular, de los parientes silvestres de las plantas cultivadas se requiere que la máxima diversidad genética de las especies 'objetivo' esté adecuadamente representada. Para definir las reservas genéticas se deben localizar, identificar, caracterizar en cuanto a su ecología poblacional y demografía; definir la diversidad genética,

el grado de amenaza a las que están sujetas, el tamaño mínimo viable de la población de la reserva genética y el número de ellas en función de la diversidad encontrada.

La valorización de los recursos fitogenéticos debe ser encarada como una estrategia que acompañe la conservación *in situ*: la valorización de las variedades locales mediante el desarrollo de certificados, denominaciones de origen, sellos de calidad, indicaciones geográficas que permitan promover el territorio y el patrimonio que contienen; desarrollo de cadenas de valor, búsqueda de nuevos mercados, exploración de nuevos usos del germoplasma y de los conocimientos asociados que le dan valor, promoción de especies subutilizadas, desarrollo de mercados locales y ferias de semillas y de biodiversidad, exploración de actividades de turismo rural y ecoturismo, son apenas algunas de las acciones que pueden colaborar a un mayor involucramiento de las poblaciones locales y a través del reconocimiento hacia ellas, una mayor toma de conciencia del resto de la sociedad de la necesidad de un uso sostenible de los recursos fitogenéticos.

4.5

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DEL CONO SUR

Argentina

Las áreas protegidas en la Argentina presentan una cobertura territorial de 6.8%, superficie ocupada por 360 áreas. Del análisis de la representatividad ecológica de las mismas, surge como preocupación la escasa representatividad de algunas ecoregiones como el Chaco húmedo, Campos y malezales, el Espinal y la Pampa. Si se consideran los 34 Parques Nacionales del país, un importante número de ellos están localizados en centros de origen y/o diversificación de especies silvestres, congéneres de especies cultivadas o de uso potencial, y se encuentran sometidos a altas tasas de deforestación.

La conservación *in situ* de los bosques (Selva de Yungas, Selva Paranaense, Chaco Seco y Húmedo y Bosque Patagónico) presenta riesgo de erosión genética debido al avance de la actividad agrícola, la forestación con especies exóticas, el sobrepastoreo, la extracción selectiva no sustentable y la deforestación. Ante esta situación, a nivel público se han implementado algunos proyectos orientados a la conservación *in situ* de algunas especies valiosas del bosque.

En el marco de trabajos destinados a la conservación *ex situ* de especies con valor medicinal, aromático, tintóreo, ornamental, etc, se han identificado áreas para la realización de estudios *in situ* de las mismas. Existen relevamientos florísticos en las áreas protegidas y en particular de las especies emparentadas a los cultivos que integran diversas comunidades vegetales en distintas regiones ecológicas. Se han iniciado trabajos con el fin de asegurar que la máxima diversidad genética del acervo génico de las especies 'objetivo' esté capturada en el sistema de reservas. La conservación *in situ* efectiva de los parientes silvestres de las plantas cultivadas requiere que la máxima diversidad genética de las especies 'objetivo' esté adecuadamente representada. Para definir dichas reservas genéticas se deben localizar e identificar las poblaciones, caracterizar su ecología poblacional y demografía, conocer la diversidad genética, el grado de amenaza a la que están sujetas, definir el tamaño mínimo viable de la población de la reserva genética y el número de ellas en función de la diversidad encontrada.

Si bien puede presumirse que las poblaciones de las especies que se encuentran en las áreas protegidas estarían conservadas, y si bien se ha avanzado, aún faltan estu-

dios que demuestren la situación de conservación. En cambio se producen pérdidas de poblaciones de especies valiosas en campos naturales y/o cultivados debido a diversas causas, tales como uso excesivo de herbicidas, sobrepastoreo, e incorporación de áreas naturales a la agricultura, etc. En algunas zonas la pérdida de especies valiosas ocurre como consecuencia del avance de la frontera agrícola y/o realización o incremento de la infraestructura edilicia y vial, como también por el establecimiento de represas hidroeléctricas, que modifican el ecosistema del lugar.

Las variedades tradicionales y las especies silvestres de cultivos se encuentran localizadas principalmente en las zonas de agricultura de subsistencia y minifundios del NOA, NEA y comunidades originarias andinas y patagónicas. Bajo dichas condiciones de cultivo, la producción, que es escasa, se utiliza principalmente para consumo familiar y sólo se comercializa o trueca el excedente. La erosión genética que ocurre en estos materiales se debe básicamente a la sustitución por cultivares modernos, abandono o disminución del área de cultivo, migración de la población rural, entre otros. Se llevan adelante proyectos que incluyen a las especies *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus canotatus*, *Tropaeolum tuberosum*, *Smilax sonchifolius*, maíz, papa y porotos. Se han reintroducido variedades primitivas de papa, maíz y poroto en campos de agricultores y se trabaja en la identificación de poblaciones silvestres de papa, maíz y tomate árbol, en especial en varios Parques Nacionales y Provinciales. También se ha avanzado en el trabajo con congéneres silvestres. En algunos casos se han iniciado estudios de diversidad genética y abundancia en los sitios identificados.

Bolivia

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas incluye 22 áreas protegidas que representan un 15.5% del territorio. El 38% de la población boliviana es rural con asentamientos predominantes en la región andina, de la cual el 77% forma parte de alguno de los 36 pueblos indígenas y originarios del país. En consecuencia, la conservación *in situ* de los recursos genéticos depende del saber que posee cada pueblo indígena y originario, saber que incluye conocimientos tradicionales específicos de manejo de cultivo para cada hábitat y formas particulares de aprovechamiento. No obstante el debilitamiento gradual de los sistemas locales de organización, la pérdida intergeneracional de los conocimientos tradicionales, acompañada de una desvalorización social y económica de los alimentos nativos hace necesario y urgente la implementación de programas de conservación *in situ* para reducir los efectos de estas tendencias actuales. Se ha trabajado básicamente en la sensibilización de las poblaciones locales sobre la riqueza que mantienen y la relación de esta práctica con su seguridad alimentaria. Sin embargo, son pocos los proyectos desarrollados para valorizar los recursos fitogenéticos, de modo que las comunidades campesinas obtengan beneficios económicos por su actividad de conservación. En particular, se han establecido algunas estrategias por parte de los bancos de germoplasma de tubérculos y raíces andinas y el de cereales y leguminosas.

Los proyectos ejecutados por PROINPA y sus entidades socias, han centrado su actividad en microcentros de diversidad detectados en la zona andina y se ha abarcado toda la cadena desde la producción agrícola y la transformación de los productos hasta la comercialización. Un ejemplo de este tipo de trabajo es el desarrollado en Candelaria, Cantón de Colomi, en el departamento de Cochabamba, proyecto que fue financiado por el Gobierno belga, y del que participaron varias instituciones y organizaciones tanto belgas como bolivianas. Los resultados obtenidos han sido publicados en un libro sobre la Promoción de la Diversidad de los Tubérculos Andinos y sus Productos Transformados. La Fundación PROINPA ha continuado por más de diez años en esta actividad, desarrollando estrategias sostenibles para la conser-

vación *in situ*, siempre haciendo hincapié en la importancia de los microcentros de diversidad genética, analizando su estructura social, geográfica y cultural, la distribución espacial y temporal de los cultivos, los usos y la relaciones etnobotánicas de los cultivos, la aplicación de metodologías participativas de conservación incluyendo las comunidades y el Municipio, sus posibles aplicaciones agroindustriales, el empoderamiento de la biodiversidad local, la relación de la conservación *in situ* y *ex situ* y el eco-turismo en los centros de agrobiodiversidad.

Otro enfoque es el desarrollado por el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, que prioriza la necesidad de incrementar los ingresos de los agricultores que conservan germoplasma en los valles y laderas sin riego, estimulando un pre mejoramiento participativo del germoplasma local de maíz.

En el Segundo Informe País de Bolivia sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura presentado a FAO, se cita particularmente que el país ha desarrollado algunas iniciativas muy importantes por su enfoque innovador en cuanto a las estrategias de apoyo a las comunidades en conservación *in situ*.

Con relación a los parientes silvestres de cultivos, los mismos están en peligro, principalmente por la pérdida de su hábitat, los efectos del cambio climático, la creciente industrialización de la agricultura, el manejo inadecuado de suelos y de aguas, la quema (chaqueo) y pastoreo intenso. Estas amenazas tienen profundas repercusiones y dan lugar a la erosión genética de estos recursos. Asimismo, influyen en el desarrollo económico, social y cultural de los pueblos y en el equilibrio de la diversidad biológica, que es el soporte de la vida. En el marco del Programa Mundial de Agrobiodiversidad del CDB, durante el periodo 2005-2009, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos a través del Proyecto Global UNEP/GEF “Conservación *In situ* de los Parientes Silvestres de Cultivos a través del Fortalecimiento del Manejo de Información y su Aplicación en el Campo” viene realizando diferentes acciones relacionadas a la investigación y conservación de parientes silvestres de cultivos. Es implementado en cinco países - Armenia, Bolivia, Madagascar, Sri Lanka y Uzbekistán- y coordinado por Bioversity Internacional con el co-financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El proyecto se ejecuta con participación de instituciones nacionales de investigación de universidades públicas de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; Bancos de Germoplasma, una organización nacional de pueblos indígenas y una organización no gubernamental dedicada a la conservación de la biodiversidad. Se incluyen 16 géneros que abarcan especies silvestres emparentadas con cultivos alimenticios tales como papa (*Solanum*), yuca (*Manihot*), camote (*Ipomoea*), quinua y cañahua (*Chenopodium*), maní (*Arachis*), frejol (*Phaseolus*), ajíes (*Capsicum*), tomate de árbol (*Cyphomandra*), papa-ya (*Vaconcella*), chirimoya (*Annona*), piña (*Ananas*), mora (*Rubus*), cacao (*Theobroma*), cayú (*Anacardium*), palmito (*Bactris*) y asaí (*Euterpe*).

Si bien este proyecto ha sido muy importante desde el punto de vista de generación de información, creación de bases de datos y de un Sistema de Información Geográfica (SIG), es necesario complementar las políticas nacionales para asegurar la conservación de los mismos. En este sentido, Bolivia iniciará la elaboración de lineamientos de política y un Plan Nacional de Conservación *in situ* de los parientes silvestres de los cultivos. Se comenzará la elaboración de planes de manejo de dos especies existentes en un área protegida a determinar.

Brasil

En Brasil el Sistema Nacional de Unidades de Conservación incluye 1.343 áreas (292 federales, 308 estaduais y 743 privadas) que ocupan el 8.2% del territorio (3.9%

bajo protección total y 4.3% bajo uso sostenible). Se destaca que en las últimas dos décadas las unidades pasaron de ocupar 15 a 70 millones de hectáreas. Si se agregan otro tipo de áreas como las municipales y las que manejan los pueblos indígenas, el territorio protegido es de un 24.1%.

Sin embargo, se señala un serio desbalance en la representatividad de los distintos biomas en el conjunto de áreas protegidas. El Cerrado, la Mata Atlántica y la Caatinga, sujetos a importantes acciones antrópicas y que presentan valiosos recursos fitogenéticos, están subrepresentados en el sistema de unidades de conservación. Esta situación podría conducir a la desaparición de especies y poblaciones únicas. Particularmente, interesa señalar la escasa representatividad del bioma Pampa (campos sulinos), situación que también ocurre en Argentina y Uruguay, lo que determina la baja prioridad otorgada a la conservación de este bioma o ecosistema.

En el Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura presentado por Brasil a FAO, se señala muy acertadamente que la conservación *in situ* de recursos genéticos debe realizarse en unidades con uso sostenible (equivalente a categoría de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza- IUCN por su sigla en inglés- de Manejo de Recursos Naturales y al concepto de Reserva Genética), en oposición a las unidades con categoría de protección total. Las reservas extractivistas ocupan en Brasil 2.888.921 hectáreas, aunque la mayoría se encuentran en la Amazonia. Existen otras zonas en que se practica el extractivismo, pero al no estar regulada esta práctica, terminan ocasionando degradación ambiental y de los recursos genéticos.

Independientemente de las Unidades de Conservación, se intenta realiza conservación *in situ* en el marco de planes de ordenamiento o planificación territorial. Esta concepción, que apuesta a la conservación integrada a los sistemas de producción no ha prosperado aún de la forma esperada por problemas político-administrativas. También como apuesta el diseño de corredores de conservación constituye un desafío a desarrollar.

Otras iniciativas valiosas que se llevan adelante incluyen estudios dirigidos a identificar áreas y acciones prioritarias para la conservación, utilización sostenible y distribución de beneficios. Estos estudios son coordinados por el Ministerio del Ambiente con la participación de varias organizaciones no gubernamentales y universidades. Este programa ha identificado 900 áreas consideradas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, resultando en la creación de 57 Unidades de conservación.

Para la conservación de variedades locales, variedades criollas y parientes silvestres de los cultivos, también el Ministerio del Ambiente ha coordinado la realización de inventarios. La EMBRAPA y el Instituto Nacional de Pesquisa en la Amazonia (INPA) se han focalizado en algodón, maní, arroz, cucurbitáceas, mandioca, maíz y *pupunha*. Las actividades que se realizaron fueron: definición taxonómica de las especies emparentadas, análisis de la distribución geográfica y estatus de conservación. En una próxima etapa se esperan incluir las siguientes especies: ananá, cebada, pasiflora y pimientos (morrones), entre otras, en el entendido que para establecer planes de conservación es necesario contar con información básica.

Para la conservación *on farm*, el gobierno brasilero ha establecido las siguientes estrategias: mejoramiento participativo, ferias de semillas, bancos locales de semillas y centros de disseminación de la agrobiodiversidad. Debido a la amplia diversidad histórico-cultural existente en el país, asociada a la diversidad de biomas presentes y al número de recursos genéticos que maneja cada etnia o comunidad, convierte en una tarea difícil la cuantificación del impacto de las poblaciones sobre la conservación de

los recursos fitogenéticos. Se estiman que entre 3 y 4 millones de personas (13 por ciento de la población estarían involucrados en estas actividades.

El Informe País de Brasil señala que a pesar del discurso sobre el desarrollo sostenible y de los avances realizados, aún resta mucho por hacer en lo que refiere a conservación *in situ*, ya que continúa siendo un objetivo secundario para la mayoría de las políticas públicas de desarrollo.

Chile

En Chile el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) incluye 96 áreas que ocupan 14.338.492 hectáreas (19% del territorio). Por otra parte, las áreas privadas han pasado a tener un rol cada vez más importante, evolucionando de 39 (400.000 hectáreas) a 500 (1.400.000 hectáreas) entre 1997 y 2008. A pesar de lo anterior, aun existen importantes ecosistemas y comunidades vegetales no protegidas *in situ*. Un estudio realizado recientemente por Pliscoff y Fuentes (2008), encontró que 85 de los 127 ecosistemas terrestres de Chile presentan menos del 10% de su superficie remanente actual bajo protección. Aún más, 30 de estos ecosistemas no presentan cobertura del SNASPE. Esto se debe a que la mayoría de la superficie actualmente protegida *in situ* (82.8%) está concentrada en el Sur (43°38'S a 56°30'S) y con escasa superficie protegida en la zona Centro-Norte del país. Según Arroyo *et al.* (2004), lo anterior es crítico, ya que esta última es la zona donde se concentra la mayor diversidad y endemismo del país, siendo considerada una de las áreas (*Hotspot*) de mayor biodiversidad a nivel mundial.

En Chile, al igual que los países del Cono Sur, los sistemas de áreas protegidas presentan vínculos muy débiles con la conservación y utilización de recursos fitogenéticos. Esto significa que puede ocurrir la conservación de poblaciones de algunos recursos fitogenéticos en las áreas, pero que ésta no es un objetivo explícito de los planes de manejo.

El Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la agricultura y la alimentación señala que no se han implementado planes y acciones integrales sobre el manejo *in situ* de los recursos fitogenéticos. Sin embargo, existen una serie de acciones en ese sentido, tanto de instituciones públicas como privadas.

Se han realizado algunos diagnósticos e inventarios de recursos fitogenéticos, principalmente de especies silvestres. El Comité de Clasificación de Especies, coordinado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), ha determinado el estado de conservación de varias especies de plantas nativas y endémicas chilenas¹. También se ha evaluado el estado de conservación de la flora silvestre para las regiones de Atacama (20°-29° S), Coquimbo (29-32° S) y Libertador Bernardo O'Higgins (34-35° S). Esta información se encuentra disponible en los libros rojos de estas regiones, que incluyen además propuestas de sitios prioritarios de conservación de especies.

El INIA está en etapa de actualización de la información del inventario sobre los usos tradicionales, actuales y potenciales de la flora de Chile. Este inventario muestra que cerca de un 30% de las plantas nativas tiene algún uso conocido. Un 10% de las especies presentan uso medicinal, 8% forraje para alimentación animal, 5% alimenticio, 2% mágico-ritual, 1% tintóreo y 1% fibra. Por otra parte, la Universidad de Talca junto

1 Ver: <http://www.conama.cl/clasificacionespecies>

a la Universidad de Concepción ha inventariado poblaciones silvestres de plantas medicinales nativas.

La elaboración de inventarios y la necesidad urgente de contar con una obra florística moderna y completa del país son prioritarios para definir una estrategia y un plan de acción para la conservación *in situ*. Sin embargo, se considera que se ha avanzado tímidamente, atribuyéndose el problema a la falta de recursos destinados a estas actividades. Los fondos concursables normalmente no se ajustan a proyectos de esta naturaleza, situación que es común a varios países de la región.

En los últimos años se aprobó e implementó la Estrategia Nacional de Biodiversidad y se implementó el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (D. S. N° 75 de 2005, Ministerio Secretaría General de la Presidencia).

Con respecto a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y su conservación en fincas (*on farm*), existen importantes experiencias de rescate de semillas locales y del conocimiento del uso tradicional, trabajos que son llevados a cabo por organizaciones de la sociedad civil, particularmente en el Sur del país. La Asociación Nacional de Mujeres Rurales e Indígenas en la Región del Bío Bío y en la región de Atacama, *Aukinko Zomo* en la región de la Araucanía y la Fundación Sociedades Sustentables en la región de Tarapacá y en la región Metropolitana, han promovido el concepto de mujeres guardadoras, *curadoras o cuidadoras* de semillas quienes han mantenido la tradición de sus padres y abuelos de guardar semillas de cultivos antiguos, cultivarlas e intercambiarlas. Las *cuidadoras* además domesticar distintas plantas para hacerlas comestibles y diversificar sus usos, reconociendo en ello una forma eficaz de conservar la biodiversidad agrícola local y de traspaso de conocimiento tradicional.

Un proyecto destacable, en el que participan el sector público y privado, es el de Rescate, protección, saneamiento y comercialización de variedades de papa nativas de Chiloé, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), ejecutado por la Universidad Austral de Chile, y con la participación de instituciones y organizaciones de productores, educativas y técnicas. Complementando esta iniciativa, la Universidad Austral de Chile, desde el año 2007, está ejecutando el “Programa territorial de consolidación productiva, agroindustrial y comercial de la papa nativa de Chiloé”, cuyo objetivo general es desarrollar un programa territorial, integral y articulado.

Otras iniciativas similares y de carácter participativo corresponden a los proyectos de cultivo *in situ* de *Haplopappus taeda* (especie medicinal) y a la evaluación del cultivo de quínoa con doble propósito.

Paraguay

La promulgación de la Ley de Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y la creación del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SINASIP), constituyen el primer esfuerzo nacional coordinado que establece un sistema de protección de ecosistemas y hábitat naturales, con políticas y directrices específicas. El sistema está integrado por áreas protegidas públicas y privadas, reservas de biosfera y entidades binacionales (Itaipú y Yacyretá). La superficie total cubierta es de 6.066.207 hectáreas (14.9% del territorio), correspondiendo un 8.6% a las Reservas de Biosfera. Las categorías de áreas que predominan son Refugios y Reservas, seguido de Parques Nacionales.

Al igual que en otros de los países de la región, la representación ecosistémica de las áreas protegidas está desbalanceada, estando mejor representadas las eco regiones del Chaco seco (27%) y el Cerrado (28%) en relación al Pantanal, Chaco húmedo y BAAPA (Bosque atlántico del Alto Paraná). De todas formas se destaca que algunos géneros emparentados a las especies cultivadas, como por ejemplo *Ananas* sp se encuentran conservados en el Parque Nacional Ibicuy.

También en el Informe de Paraguay se citan cinco sitios Ramsar (Humedales reconocidos a nivel internacional por la Convención Ramsar), pero que no están integrados al SINASIP.

En una situación en que las amenazas a la biodiversidad y los recursos fitogenéticos son múltiples y complejas (cambio en el uso de la tierra, extracción de madera, expansión urbana, comercio de plantas, construcción de represas e infraestructuras, y salinización del suelo, entre otras), el SINASIP está propendiendo hacia el nuevo paradigma de conservación que integra la conservación y el manejo de las áreas silvestres protegidas al desarrollo social y económico, aunque esto es aún muy incipiente. Se requiere de una inversión importante en recursos humanos y financieros para consolidar las áreas protegidas e integrar la conservación de los recursos fitogenéticos a las mismas.

Uruguay

La aprobación de la Ley que crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) en el año 2000, su reglamentación en el 2005 y la Ley 17.930 que perfecciona la ley original (2005), significaron un avance en las políticas de conservación del país.

El proceso de identificación de los elementos a representar dentro del SNAP involucró a más de 80 especialistas en flora y fauna, y requirió la elaboración de un mapa preliminar de ecosistemas nativos, dado que el país no contaba con un listado de especies prioritarias para la conservación, ni cuenta aún con una carta de ecosistemas naturales. Como resultado de este proceso se identificaron más de 1.000 especies autóctonas cuya persistencia en el país requiere de su protección dentro de áreas protegidas, y más de 30 ecosistemas y 50 unidades de paisaje a ser representados dentro del SNAP. Para la primera etapa del desarrollo del SNAP se fijaron como metas la creación de áreas protegidas en todas las unidades del paisaje, la protección de al menos una población de cada una de las especies prioritarias y la conservación de al menos uno de los fragmentos de mayor tamaño de cada uno de los ecosistemas naturales del país. El cumplimiento de las metas de representación fijadas requiere de un importante esfuerzo, pero que el país deberá considerar para cumplir con los requisitos internacionales de tener al menos un 10% del territorio terrestre bajo protección.

Esta situación configura una escasa representatividad de los ecosistemas en el SNAP, ya que prácticamente ninguna de las áreas está dirigida a conservar la pradera natural, principal ecosistema del país y del cual existe una gran diversidad de tipos, tanto por su fisonomía como por su composición específica. Las prioridades han estado centradas en la conservación de ecosistemas lagunares y costeros, humedales y bosques de quebradas, ribereños y serranos.

Durante el proceso de identificación de valores de conservación, el proyecto SNAP financió una consultoría para establecer un listado de los recursos fitogenéticos del país. Este trabajo dio como resultado que un porcentaje importante de la flora autóctona ha sido señalada con valor real o potencial para el uso humano. El número

de familias incluidas en el listado es de 101 (67% de la flora nativa) y el número de especies es de 416 (18,5% de la flora nativa). Sin embargo, los objetivos de conservación no incluyen explícitamente la conservación de recursos genéticos. Se prioriza la conservación de ecosistemas y especies, quedando la conservación del tercer nivel de la biodiversidad sujeto a que el plan de manejo del área favorezca indirectamente la conservación de las poblaciones de recursos fitogenéticos.

El proyecto Valorización de los recursos genéticos del guayabo del país (*Acca sellowiana*) en la Quebrada de los Cuervos (Treinta y Tres), que se desarrolla en un área protegida, es llevado adelante por la Facultad de Agronomía, la Facultad de Química, el INIA y el Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU). En este proyecto se trabaja en la conservación, selección participativa y el desarrollo de productos derivados de este valioso frutal nativo.

Además del SNAP, en el país existen dos áreas Ramsar (Convenio internacional relativo a humedales de importancia internacional) y la Reserva de Biosfera Bañados del Este. Por otra parte, existen otros instrumentos para la conservación *in situ*, como la Ley forestal 13.723 y 15.939, la Ley 16.466 de Evaluación de Impacto ambiental y su decreto reglamentario, y la Ley 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (2007), que incorpora las evaluaciones ambientales estratégicas.

El principal avance realizado en los últimos años ha sido la implementación del Proyecto Producción Responsable (PPR) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) con el apoyo del *Global Environmental Facility* (GEF) y el Banco Mundial (BM). Este proyecto ha permitido la puesta en marcha a nivel de productores familiares de prácticas productivas conservacionistas de los recursos naturales y la biodiversidad. Entre las propuestas más interesantes se encuentran el manejo sostenible del pastoreo de los campos naturales, y la conservación de bosques y palmares. También el Programa de Pequeñas Donaciones de Naciones Unidas (PPD) ha apoyado algunos proyectos de implementación de prácticas conservacionistas de la biodiversidad.

Desde el punto de vista de la conservación *in situ- on farm*, en el país se ha comenzado a trabajar muy recientemente a través de algunos proyectos, aunque no existe una política definida al respecto. También en este caso el proyecto PPR ha ejecutado proyectos.

Una limitante importante que ha surgido en este proceso, de poner en marcha más de 800 proyectos prediales básicamente de agricultura familiar, ha sido la de contar con técnicos capacitados para elaborar y poner en marcha estos proyectos. Esta problemática se vincula con deficiencias en la formación de los profesionales y la escasa generación de conocimientos en temas de manejo sostenible de la biodiversidad y los recursos fitogenéticos.

En el caso de las variedades locales, especialmente hortícolas y frutícolas, es una prioridad desarrollar proyectos que valoricen estos recursos fitogenéticos, mediante mejoramiento genético participativo, el desarrollo de mercados de la biodiversidad y la creación de denominaciones de origen, entre otros.

En el caso de las especies silvestres emparentadas a las cultivadas se han desarrollado algunos proyectos específicos, pero no se ha establecido una política sistemática de inventario de estos recursos fitogenéticos. Por último se señalan otras iniciativas que se llevan adelante como las destinadas a la erradicación de especies invasoras, destacándose el proyecto IABIN (Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad).

- a) Incluir las iniciativas de conservación *in situ* en el marco de los proyectos dirigidos a mitigar los cambios globales, considerando que ambas estrategias convergen en minimizar los efectos sobre los cultivos y los recursos genéticos en general.
- b) Desarrollar y apoyar la elaboración de inventarios de los recursos fitogenéticos tanto silvestres como cultivados, así como los conocimientos tradicionales asociados, en el entendido que constituyen una herramienta fundamental para definir las áreas o sitios prioritarios para la conservación *in situ*.
- c) Establecer convenios o acuerdos ente los sistemas nacionales de áreas protegidas (incluyendo sitios Ramsar y Reservas de Biosfera) y los sistemas o instituciones responsables de los recursos fitogenéticos de cada país, con el objetivo de implementar la conservación *in situ* y utilización sostenible de poblaciones de especies valiosas en las áreas protegidas. Se deberá trabajar en el diseño y propuesta de Reservas Genéticas de las especies y poblaciones prioritarias, por su estado de conservación y valor económico, social y cultural.
- d) Trabajar para que la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos sea incluida en los planes de ordenamiento territorial y en los planes y políticas de desarrollo, así como en los proyectos de investigación.
- e) Apoyar la formación de recursos humanos y la realización de estudios etnobotánicos que permitan rescatar y valorizar los conocimientos tradicionales asociados de las comunidades locales e indígenas.
- f) Impulsar los proyectos y actividades que valoricen la conservación en fincas (*on farm*) tales como el mejoramiento participativo, las ferias de semillas, el desarrollo de cadenas de valor, la generación de marcas, sellos o denominaciones de origen, etc.
- g) Desarrollar actividades de educación y divulgación con el fin de sensibilizar a la opinión pública y a agentes de decisión sobre el valor de los recursos fitogenéticos y la importancia de su conservación *in situ*.
- h) Incluir la formación en conservación *in situ* en las currícula de grado universitario y generar opciones de posgrado en la temática.
- i) Fortalecer equipos técnicos multidisciplinarios en los organismos públicos vinculados a la conservación *in situ*, quienes deberán velar por la conservación de los recursos fitogenéticos dentro de las áreas protegidas y en fincas.
- j) Crear mecanismos de incentivos a los productores, de modo que se favorezca la conservación *on farm*.
- k) Caracterizar y evaluar la diversidad genética, fenología, grado de amenaza, factores de riesgo y distribución geográfica de las poblaciones de congéneres silvestres de las plantas cultivadas, a fin de formular pautas de manejo para su conservación *in situ* en áreas protegidas.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

4.7

ARMESTO J.J., R. ROSSI, C. SMITH-RAMIREZ & M.T.K. ARROYO (1998) Conservation targets in south american temperate forest. *Science* 282: 1271-1272.

ARROYO M.T.K., P. MARQUET, C. MARTICORENA, J. SIMONETTI, L. CAVIERES, F. SQUEO & R. ROSSI (2004). Chilean Winter Rainfall – Valdivian Rainforest. In: Hotspot Revisited, Earth's Biologically Richest and most Endangered Terrestrial Ecoregions, pp. 99-103. R.A. Mittermeier, P. Robles Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreux, G.A.B. Da Fonseca. CEMEX.

BROWN, A.; U. MARTINEZ ORTIZ; M. ACERBI Y J. CORCHERA (Ed.). 2005. Situación Ambiental Argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina. 173 p.

CLAUSEN, A.M., FERRER, ME, FORMICA, M.B. (Ed.) 2008. Situación de los recursos fitogenéticos en la Argentina. II Informe nacional 1996-2006. Ediciones INTA.

CONAF, (2009). National Forest Commission of Chile. Webpage visit: 9, December 2009. Ubicado en el sitio web: <http://www.conaf.cl/?page=home/contents&seccion_id=a5d2ac67cb84f2313123aee9ae01d7e7&unidad=0&>

DUDLEY, N. (Editor) (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: IUCN. 96pp. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/PAPS-016-Es.pdf>

FAO, 1996. Plan de Acción Mundial para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma. Italia.

FAO, 2004. El Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma. Italia.

FAO, 2007 Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. 114 p.

FAO, 2008. Segundo Informe País sobre Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura de Chile, FAO. Santiago de Chile. Seguel, I., T. Aguero, R. Amunategui, E. Laval, P. León, M.I. Manzur, D. Prehn, C. Rojas, M. Samarotto, A. Sartori y H. Vogel 72 p.

FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97 p.

FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.

FAO, 2009a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V. Inglis. 163 p.

IRIONDO, J.M., MAXTED, N. Y M.E. DULLOO. 2008. Conserving Plant Genetic Diversity in Protected Areas. Population Management of Crop Wild Relatives. CAB International, UK. press. London

JARVIS, A., LANE, A. AND R. HIKMANS. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Elsevier. 126:13-23.

MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., HAWKES, J.G. 1997. Complementary conservation strategies. In Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V. and J.G. Hawkes. *Plant Genetic conservation, The in situ approach*. Chapman & Hall. Pp.15-39.

MAXTED, N., GUARINO, L., DULLOO, M.E. 1997. Management and monitoring. In Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V. and J.G. Hawkes. *Plant Genetic Conservation. The in situ approach*. Chapman & Hall. Pp. 144-159.

MAXTED, N., FORD-LLOYD, B.V., KELL, S.P., IRIONDO, J. M., DULLOO, M.E. & TUROK, K. (eds). 2008. *Crop Wild Relative Conservation and Use*. CABI, p. 682.

PLISCOFF P. Y T. FUENTES (2008) Análisis de Representatividad Ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile. Informe Final. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile.

ONU, 1992. Convenio sobre Diversidad Biológica. Rio de Janeiro. Brasil.

ONU, 2004. Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales. Disponible en <http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?dec=VI/9y1g=1>

PHILLIPS S.J., ANDERSON R. Y SCHAPIRE R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.

PRIMACK, R. 2001. Aplicaciones de la Biología de poblaciones. Conservación fuera de las áreas protegidas. En: *Fundamentos de Conservación Biológica Perspectivas latinoamericanas*. 2001 Ed: 107: 3011-3053.

RIVAS, M. 2001. Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. In Berretta, A., y Rivas, M. (eds) 2001. *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. PROCISUR. Montevideo, Uruguay.

INTERCAMBIO SEGURO DE RECURSOS FITOGENÉTICOS



Renato Veiga: veiga@iac.sp.gov.br

Inés Ares: mares@mgap.gub.uy

Jacques Borde: JBorde@mgap.gub.uy

Federico Condón: fcondon@inia.org.uy

Francisco R. Ferreira: fricardo@cenargen.embrapa.br

La investigación, la implementación de programas de mejoramiento, el desarrollo de sistemas de producción agropecuaria más eficientes y la permanente necesidad de adecuarse a las cambiantes exigencias de los mercados, son algunos de los factores que hacen vital el contar con herramientas que permitan la introducción segura de germoplasma. Esto implica, por lo general, la introducción de materiales de propagación, entendiendo por tales, las semillas botánicas así como plantas o partes de plantas, lo que conlleva el riesgo asociado de introducción de plagas².

El disponer de estos materiales es de principal interés para los institutos de investigación agropecuaria. La introducción del germoplasma no sólo debe acompañada de información sobre las características del mismo (J. León, 1990) sino que, de acuerdo a lo establecido por la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, (CIPF), también se debe llevar a cabo evitando el ingreso de plagas que puedan causar daños económicos ya sea limitando el comercio, inviabilizando la producción de determinados cultivos o disminuyendo su productividad.

Las introducciones no seguras de germoplasma ocurren tanto por acción de agricultores como de viajeros curiosos. También pueden ocurrir por parte de investigadores de áreas diversas que desconocen o no cumplen los procedimientos fitosanitarios recomendados a nivel internacional. Esto puede generar perjuicios para sus países e incluso para los países vecinos. Por lo tanto, cada vez que exista la necesidad de introducir germoplasma, la Autoridad Fitosanitaria Nacional deberá evaluar el riesgo fitosanitario, mediante un Análisis de Riesgos de Plagas (ARP) con el objetivo de establecer las medidas fitosanitarias que deberá cumplir el material a introducir incluyendo las condiciones específicas de cuarentena pos entrada.

El término cuarentena se originó del término en latín “quarantum” que significa cuarenta, el cual era aplicado al período de 40 días de aislamiento para los casos sospechosos de peste bubónica, cólera y fiebre amarilla (Ferrari, 1989). Según la CIPF, cuarentena es el confinamiento oficial de artículos reglamentados para observación e investigación o para inspección, prueba y/o tratamiento adicional (Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias –NIMF N°5, 2008), y el período de cuarentena se determinará teniendo en cuenta diversos aspectos, tales como el ciclo del cultivo y/ o del patógeno (Veiga 1987).

Plaga cuarentenaria es cualquier especie, raza o biotipo vegetal, animal o agente patogénico nocivo para los vegetales o productos vegetales, ausente en el país, o si está presente, no se encuentra ampliamente distribuida y está oficialmente bajo control.

Además de ser innumerables las plagas que no han sido detectadas en el Cono Sur, como fue probado en el caso de Brasil por Branco y Reifschneider (1989), el riesgo se agrava cuando las cuarentenas son poco efectivas (Wetzel, 1989). Para facilitar el intercambio, los países del Cono Sur deben armonizar normas y establecer requisitos fitosanitarios para diferentes productos según la situación fitosanitaria de cada país.

² Plaga - cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales, Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), 1997.

ANTECEDENTES

5.2

Se sugiere tomar especial precaución con las especies exóticas y también en el caso de material de interés mantenido en bancos de germoplasma y jardines botánicos internacionales. Es importante recordar que es justamente en estas regiones (centro de origen, dispersión o de transdomesticación se encuentra en el exterior), en donde se encuentran también las plagas adaptadas a aquellas especies, o sea que donde existe la mayor variabilidad en las especies de plantas, también existe la mayor variabilidad de las plagas vinculadas a ellas y por lo tanto pueden ingresar junto con el material introducido (Veiga et ál., 1992).

El acceso a un nuevo germoplasma de otra región de un mismo país también puede ser una actividad diseminadora de plagas como consecuencia de la diversidad ecológica del lugar de donde provienen los materiales. En estos casos, la colecta e introducción de nuevos cultivos o de especies silvestres puede implicar problemas fitosanitarios desconocidos, que inclusive pueden atacar a otras especies u otros cultivos. Se hace conveniente entonces, llevar a cabo una cuarentena doméstica.

Morales (1994) indica que en cualquier situación de introducción de recursos fitogenéticos a un área es imprescindible considerar el tamaño y la composición genética de las accesiones de tal forma que durante la cuarentena no ocurra pérdida de la representatividad genética, sobre todo tomando en cuenta que parte de la muestra será destruida en los procesos de diagnóstico fitosanitarios. La conclusión es que las muestras deben contener un número suficiente de individuos que permita hacer los análisis cuarentenarios y que al final del proceso la muestra siga siendo representativa de la accesión correspondiente.

REGULACIÓN FITOSANITARIA

5.3

A nivel internacional el Acuerdo de Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), tiene como objetivo el mantener el derecho soberano de cada país para proporcionarse un nivel adecuado de protección (o nivel de riesgo aceptable), asegurándose al mismo tiempo, que ese derecho no esté siendo mal utilizado con propósitos proteccionistas para no configurar barreras innecesarias al comercio. Por otro lado, el nuevo texto de la CIPF establece la necesidad de actuar de manera eficaz y conjuntamente para prevenir la diseminación e introducción de plagas de los vegetales y productos vegetales y promover medidas apropiadas para combatirlas. Estas dos normas constituyen el marco de la regulación fitosanitaria.

Las plagas reglamentadas establecidas en dicha Convención son: a) plaga cuarentenaria, definida como una plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial y b) plaga no cuarentenaria reglamentada, definida como una plaga no cuarentenaria cuya presencia en las plantas afecta el uso destinado para esas plantas con repercusiones económicamente inaceptables y que, por lo tanto, está reglamentada en el territorio de la parte contratante importadora. Dentro del término plantas, se considera a las plantas vivas y parte de ellas, incluidas las semillas y el germoplasma. (NIMF N°5).

La CIPF es la organización que dicta las Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias (NIMF). Actualmente hay treinta y cuatro normas aprobadas, algunas

son de referencia como la NIMF N° 1 “Principios fitosanitarios para la protección de las plantas y la aplicación de medidas fitosanitarias en el comercio internacional”, otras son conceptuales y otras contemplan situaciones de determinadas plagas específicas.

A nivel regional se encuentra la Organización Regional de Protección Fitosanitaria que emana de la CIPF y que es el Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE), integrado por Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. El COSAVE participa activamente en el proceso de aprobación de las normas internacionales y genera normas regionales. Por otro lado, en función de la integración económica del Mercosur, se han armonizado requisitos fitosanitarios para los cuatro países de más de cuarenta productos vegetales de mayor intercambio.

Para el intercambio entre países existe la necesidad de un Certificado Fitosanitario ya que ningún material vegetal puede circular de un país a otro sin dicho documento. Algunos países exigen declaraciones adicionales en el Certificado Fitosanitario, indicando que el material vegetal está libre de determinada plaga.

5.4

ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS

El análisis de riesgo de plagas es el proceso de evaluación de las evidencias biológicas u otras evidencias científicas y económicas para determinar si un organismo es una plaga, si debería ser reglamentado, y la intensidad de cualesquiera medidas fitosanitarias que hayan de adoptarse. (NIMFN° 5). Tiene tres fases: inicio, evaluación y manejo del riesgo, en esta última fase se determinan las medidas fitosanitarias (requisitos) que minimicen el riesgo fitosanitario para las plagas caracterizadas como cuarentenarias o manejar las no cuarentenarias reglamentadas (NIMF N° 2, 11 y 21).

Una de las medidas para minimizar el riesgo fitosanitario del germoplasma, es el establecimiento de procedimientos específicos de *Cuarentena Pos entrada*. Son diseñados caso a caso, y pueden implicar lo que se conoce como *Cuarentena cerrada*, es decir que el material permanecerá confinado en instalaciones que cumplan con determinadas condiciones, tales como invernáculos, estructuras de malla, laboratorios, etc., para poder evaluar el material ingresado. Luego, si corresponde, se somete el material a procedimientos terapéuticos (microinjertación, termoterapia, quimioterapia, etc.) hasta permitir el ingreso a su plantación definitiva bajo determinadas condiciones (Ej.: aislamiento natural o artificial) y plazos. En estos casos, el objetivo es realizar el seguimiento de determinadas plagas.

5.5

CUARENTENA POS ENTRADA

La cuarentena pos entrada es un instrumento esencial para el control fitosanitario de los recursos genéticos que posibilita el acceso a los mismos, procurando minimizar los riesgos de comprometer el estatus fitosanitario de un área o país. Existen factores de orden económico y/o técnico que pueden, en algunos casos, limitar su implementación, debido al propio estado del desarrollo de los países involucrados. Desde el punto de vista técnico también existen factores limitantes en lo que refiere al control fitosanitario de especies silvestres, especialmente en aquellas en que los estudios son escasos o inexistentes. Además de esto, la capacitación del personal es un aspecto muy importante para cualquier programa de cuarentena, ya que son comunes los errores técnicos que ocurren durante la inspección y manipulación de accesiones.

La cuarentena debe ser suficientemente ágil como para permitir que el material sea retenido el mínimo tiempo posible pero que sea segura desde el punto de vista fitosanitario. Actualmente la utilización de técnicas de biología molecular ha permitido agilizar y dar mayor seguridad al intercambio de germoplasma.

EL CASO DE LA INTRODUCCIÓN SEGURA DE GERMOPLASMA EXPERIMENTAL

5.6

Es de fundamental importancia el relacionamiento fluido entre las autoridades y técnicos responsables de la sanidad vegetal con las instituciones e investigadores que realizan frecuentes introducciones de germoplasma.

En el contexto actual, cualquier material vegetal a ser introducida genera la necesidad de efectuar un ARP, del cual se desprenden las medidas fitosanitarias necesarias para minimizar el riesgo de introducción de plagas reglamentadas, y eventualmente, el efectuar una Cuarentena Pos Entrada del germoplasma a ser introducido. Cumplir estas etapas significa lograr la introducción segura de germoplasma.

Estos requisitos se pueden cumplir en forma relativamente fácil cuando se trata de especies cultivadas muy estudiadas, y que vienen de países de los cuales es fácil acceder a la información necesaria.

Sin embargo, no siempre es sencillo cumplir todos los requisitos debido a que se depende de factores externos fuera de control directo de los interesados en concretar la introducción segura de germoplasma. En este sentido, se destaca la dificultad para obtener la información necesaria para efectuar el ARP que debe ser brindada por organismos oficiales del país de origen. Esto se puede entender a la luz de que son los institutos de investigación de la región los solicitantes del germoplasma. Y se necesita el acceso a colecciones formadas por varias especies, y con pocas accesiones por especie, de las que además se accede a cantidades mínimas de semilla. Por otro lado, las instituciones que aportan el germoplasma (bancos de germoplasma, universidades, organismos internacionales de investigación) no tienen incluidos en sus planes de trabajo o presupuestos el tiempo técnico ni los recursos para formar y aprobar los legajos necesarios para que el ARP se pueda efectuar en tiempo y forma. Esto genera una primera barrera cuando se pretende introducir germoplasma experimental de origen extranjero, ya que se transforma en un tema complejo el poder cumplir con el ARP.

Finalmente, en varios países de la región no se cuenta con sistemas cuarentenarios en funcionamiento y con capacidad para atender inspecciones y análisis que serían necesarios para la introducción de segura de germoplasma. En muchos casos el país de origen no está en condiciones de emitir un certificado fitosanitario que cumpla con los requisitos necesarios para la introducción segura de germoplasma al país que solicita la introducción.

CONCLUSIONES

5.7

Sería deseable tener en cuenta las siguientes conclusiones y recomendaciones efectuadas por Giacometti (1995): 1) la introducción ordenada y sistemática de germoplasma vegetal constituye una estrategia segura y efectiva para enriquecer la variabilidad genética de las plantas cultivadas, siendo esto indispensable para los programas de

mejoramiento y de investigación relacionados; 2) para poder garantizar el éxito de la donación de germoplasma de fuentes externas se debe tener en cuenta que hay restricciones, y que las solicitudes hechas con criterio cuando se refieren a intercambio son un factor importante en la estrategia para el éxito; 3) las inspecciones cuidadosas, los tratamientos y la cuarentena son medidas tendientes a minimizar los riesgos de la introducciones de plagas exóticas.

5.8

ESTRATEGIA PROPUESTA

- a) Propiciar el trabajo colaborativo entre las instituciones y organizaciones que introducen recursos filogenéticos y las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria, a los efectos de brindar información fitosanitaria detallada del origen de los materiales, de poder realizar una correcta evaluación de riesgo de plagas y de lograr el establecimiento de medidas que faciliten el intercambio.
- b) Insistir en actividades educativas dirigidas a técnicos e investigadores que trabajan con recursos fitogenéticos, de forma de aumentar la conciencia en relación a los riesgos fitosanitarios derivados de la introducción ilegal de germoplasma; sin duda la introducción segura de germoplasma debe ser un componente vital en la formulación de proyectos que incorporen el ingreso de germoplasma al país, tanto en sus costos como en procedimientos técnicos y legales necesarios para concretar dicha introducción de germoplasma.
- c) El órgano controlador de los procesos cuarentenarios en cada país debe establecer una política educativa y punitiva para la población en general, buscando evitar la importación inadvertida de plagas exóticas. (Ferreira e Carlos, 2009).
- d) Para las instituciones de investigación que introducen germoplasma desde el exterior se sugiere:
 - 1) No introducir germoplasma ya disponible en el país y conservar el germoplasma introducido en los bancos de germoplasma siempre que esto sea posible.
 - 2) No llevar a cabo la introducción sin el consentimiento de las autoridades fitosanitarias.
 - 3) Realizar la introducción paulatina de colecciones numerosas, con el objetivo de facilitar la verificación del cumplimiento de los requisitos fitosanitarios que se establezcan.
 - 4) Tener en cuenta el riesgo fitosanitario en el momento de seleccionar países e instituciones desde donde introducir germoplasma, buscando aquellos que ofrecen las mayores garantías posibles en los aspectos fitosanitarios.
 - 5) Cada país debe establecer listas de plagas reglamentadas, las que deben ser revisadas periódicamente.
 - 6) Realizar investigaciones bibliográficas preliminares. Esta herramienta debería poder generar un ARP nacional que no dependa de obtener la información del exterior y habilite la entrada de germoplasma mediante la aplicación de una Cuarentena Pos Entrada eficiente.
 - 7) Preferir la introducción en forma de cultivo in vitro o de semillas, las cuáles presentan un menor grado de riesgo de portar plagas, en comparación con estacas, rizomas u otro tipo de propágulos.

- 8) Evitar que la importación de germoplasma se realice con sustrato. En casos que tenga que introducirse la planta entera, realizarla preferiblemente a raíz desnuda.
 - 9) Dar especial atención fitosanitaria al germoplasma originado de expediciones científicas de colecta, aunque se hayan realizado en el mismo país.
 - 10) Realizar la cuarentena a las accesiones en un local aislado de otras especies del mismo género u otras especies potencialmente hospedadoras de las plagas en cuestión.
 - 11) Establecer reglas cuarentenarias que deberán ser respetadas para el intercambio de recursos fitogenéticos entre diferentes áreas eco geográficas de un mismo país, para reducir el riesgo de diseminación de plagas exóticas entre diferentes áreas.
 - 12) Proponer la investigación sobre el concepto de riesgo mínimo buscando medidas fitosanitarias alternativas para la introducción de material de diferentes especies.
 - 13) Promover la fumigación y/o el tratamiento fitosanitario (con pesticidas) de los materiales importados. Promover el desarrollo y la utilización de herramientas biotecnológicas de saneamiento de materiales vegetativos en los casos que sea necesario.
- e) Los países deberían contar con infraestructuras cuarentenarias mínimas que aseguren su independencia en el acceso a recursos fitogenéticos. El velar por el acceso seguro a germoplasma no es responsabilidad única de los institutos de investigación; el Estado también debería velar de mantener la competitividad de los sectores agropecuarios asegurando la existencia de cuarentenas que posibiliten el acceso a germoplasma de valor estratégico. Las instalaciones cuarentenarias deben ser de fácil intervención y cercanas a centros que cuenten con la capacidad de diagnóstico en fitopatología, entomología y botánica (bacterias, hongos, insectos, nematodos, malezas, virus y viroides, fitoplasmas, etc.).
- f) Mejorar la capacitación de los técnicos responsables de los aspectos fitosanitarios, y también la capacitación del personal de apoyo.
- g) Se recomienda:
- 1) En el caso de material propagado vegetativamente con exigencias de 'libre de virus', liberar sólo aquellos que hayan sorteado los controles aplicando las técnicas de diagnóstico que se hayan establecido (serología, técnicas moleculares, diagnóstico en plantas indicadoras, etc.).
 - 2) Liberar, cuando sea posible, sólo el germoplasma proveniente de Programas de Cuarentena, eliminándose el material original.
 - 3) Tratar de hacer el crecimiento, como mínimo, en un área donde no exista la misma especie o género, y preferentemente, en un invernáculo.
 - 4) Dar continuidad a las observaciones del germoplasma introducido, considerar que siempre existe la posibilidad de errores durante la cuarentena, o que pueden existir plagas en áreas del país de origen que no hubieran sido tenidas en cuenta en el Programa de Cuarentena y por lo tanto, siempre podrá ocurrir el escape de una plaga exótica.

- BRANCO, M.C.; REIFSCHEIDER, F.J.B. 1989. Índice de patógenos de sementes de hortaliças não detectados no Brasil. Documento 3. , EMBRAPA-CNP Hortaliças. Brasília, p.19.
- CIPF 2008. Normas internacionales para medidas fitosanitarias, 1 a 31(edición de 2008) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. Roma, Italia, p.422.
- FERRARI, W.A. 1989. Quarentena: inspeção e controle. s.n.t. 3 p. Palestra apresentada no I Curso Internacional sobre Tecnologia de Sementes para Bancos de ermoplasma. CENARGEN. Brasília.
- FERREIRA, F. R. & CARLOS, M. 2009. Intercambio de germoplasma vegetal na Embrapa, Brasil. In: Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, 7º, Anais. Pucón, Chile. 28 a 30 de outubro de 2009, INIA, p. 573-574, 2009 (ISBN: 978.956.7016-37-2).
- FONSECA, J.N.L. 1982. Sistema de introdução e quarentena e aspectos da legislação fitossanitária. s.n.t. 10 p. Palestra proferida no CENARGEN. Brasília.
- GIACOMETTI, D.C. 1995. Intercâmbio de germoplasma de hortícolas: regulamentação e procedimentos. Rev. Bras. Hort. Orn., 1:(1) 40-47.
- LEÓN, J. 1990. Utilização e intercâmbio de recursos genéticos na América Latina. In: Passos, F.A. Anais do I – Simpósio latino-americano sobre recursos genéticos de espécies hortícolas., Fundação Cargill. Campinas. Pp. 170-177.
- MORALES, E.A.V. 1994. Princípios de documentação para recursos genéticos vegetais. In: Workshop para líderes de projetos que envolvem bancos de germoplasma vegetal. CENARGEN, Brasília, p.12.
- OMC 1994. Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Organización Mundial del Comercio. Ginebra. Suiza.
- VEIGA, R.F.A. et ál. 1992. O sistema de introdução e quarentena de plantas do Instituto Agrônômico e os procedimentos necessários ao intercâmbio de germoplasma. Documentos IAC, 23. Instituto Agrônômico. Campinas. 20p.
- VEIGA, R.F.A. 1997. Importância da Sanidade Vegetal na Introdução de Plantas Ornamentais. In: Almeida, I.M.G., Malavolta JR., V.A. & Imenes, S.DE L. Problemas Fitossanitários em Plantas Ornamentais., Instituto Biológico. Campinas. (1-11) 1997.
- VEIGA, R.F.A. 2001. Intercabmio e quarentena de recursos fitogenéticos. . In Berretta y Rivas, coord. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay.p. 59-64.
- WETZEL, M.M.V.S. 1989. Patologia de sementes. s.n.t. 27p. Palestra apresentada no I Curso Internacional sobre Tecnologia de Sementes para Bancos de Germoplasma. CENARGEN. Brasília.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS



Andrea Peñaloza: andrea@cenargen.embrapa.br

José F. M. Valls: valls@cenargen.embrapa.br

Beatriz Rosso: brosso@pergamino.inta.gov.ar

Federico Condón: fcondon@inia.org.uy

INTRODUCCIÓN

El valor de las colecciones de recursos fitogenéticos reside en la utilización que de ellas se haga para producir nuevos cultivares, domesticar nuevas especies y desarrollar nuevos productos para el beneficio de las actividades productivas. Las colecciones deben proveer a los mejoradores de variantes genéticas, genes o genotipos que les permitan responder a los nuevos desafíos planteados por los sistemas productivos, por lo que es para ello imprescindible conocer las características del germoplasma conservado. (Abadie y Berretta, 2001).

Tradicionalmente la comunidad científica ha enfatizado el problema de la falta de caracterización y evaluación así como la importancia de que las colecciones de germoplasma cuenten con suficientes datos de este tipo (Frankel; Brown, 1984). En parte, la escasez de datos de caracterización en las colecciones se debe a la gran velocidad de formación de éstas, principalmente entre los años 1970 y 1980. La limitación inicial de recursos financieros y de mano de obra capacitada para realizar la caracterización desde diferentes ópticas fueron factores limitantes para agotar la necesidad de caracterización y evaluación del germoplasma conservado. El Segundo Informe Mundial sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, publicado por FAO en 2009 y basado en los Segundos Informes Nacionales de los países de la región, destaca que las actividades de caracterización han avanzado en algunas líneas y para algunas colecciones más que en otras, y los datos de evaluación están, por lo general, más adelantados que los de caracterización.

Según Valls (2007), los aspectos paradójales al enriquecimiento de los bancos de germoplasma, ocurrido en las últimas décadas, y que resultan en su bajo aprovechamiento, siguen siendo los mismos descritos por Stolen (1987): 1) la falta de interés por parte de los mejoradores, una vez que poseen colecciones de trabajo que consideran suficientes; 2) el deseo de los mejoradores de trabajar con materiales avanzados y no con las razas locales, cultivares antiguas y/o parientes silvestres conservados en bancos de germoplasma y 3) escasos o inadecuados datos de caracterización.

Existe una considerable brecha entre el número de materiales conservados y el de aquellos de los que se tienen datos de caracterización y evaluación, estimándose a nivel mundial un 80% de muestras sin datos de caracterización y un 95% sin datos de evaluación agronómica (Peters; Galway, 1988). La colecta y conservación de recursos fitogenéticos sin que esté acompañada de la información sobre sus características convierte a las colecciones en simples depósitos de materiales, sin mayor utilidad.

En los Segundos Informes de los Países, se cita ese punto como uno de los obstáculos más importantes a superar para que las colecciones puedan ser utilizadas adecuadamente en los programas de fitomejoramiento, resaltándose la importancia que tiene esta temática en las estrategias destinadas a incrementar un uso adecuado de la diversidad genética.

ANTECEDENTES

Los datos de pasaporte tomados durante la colecta (lugar de origen y su ecología, altitud, latitud, longitud, información etnobotánica, etc.) son la información mínima que se debe tener sobre cada accesión. Esta información es de gran importancia, ya que el origen geográfico, ecológico o ambiental son frecuentemente buenos indicadores de la divergencia entre poblaciones (Hodgkin, 1997), además de indicar

adaptaciones específicas (Burle et al., 1999). En aquellos casos en que la información es incompleta deberían destinarse esfuerzos para completar los datos, revisitando los sitios de colecta. El uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) puede ser una herramienta alternativa de gran utilidad para completar la información faltante, y también para apoyar el análisis junto con toda la información sobre las accesiones (Thome et al., 1995).

Se entiende por caracterización a la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad, es decir características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Hinthum van, 1995). La caracterización debe permitir diferenciar a las accesiones de una especie. La evaluación comprende la descripción de la variación existente en una colección para atributos de importancia agronómica con alta influencia del ambiente, tal como rendimiento. Se realiza en diferentes localidades, variando los resultados según el ambiente, además de ocurrir interacción genotipo – ambiente. El objetivo principal de la caracterización es la identificación de las accesiones, mientras que el de la evaluación es conocer el valor agronómico de los materiales. La distinción entre ambas actividades es esencialmente de orden práctico.

Para la caracterización y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una muestra. Los estados de un descriptor son los diferentes valores que puede asumir el descriptor, pudiendo ser un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo.

Los descriptores para la caracterización deben reunir las siguientes características: 1) ser fácilmente observables, 2) tener una alta acción discriminante y 3) baja influencia ambiental (lo que permite en algunos casos registrar la información en los sitios de colecta). Usualmente se utilizan características morfológicas, fenológicas y de adaptación, aunque también la caracterización puede realizarse mediante el uso de marcadores bioquímicos y moleculares, entre otros. Normalmente la caracterización se realiza en ensayos de plantas aisladas o pequeños surcos, debiendo utilizarse un número de plantas que respete la estructura genética de las accesiones. Los principales tipos de datos de caracterización morfológica son: características de plantas, hojas, flores, frutos, semillas y partes subterráneas (Paterniani, Goodman, 1976; Spagnoletti Zeuli, Qualset 1987; Abadie et al. 1997, Furman et al. 1997). Durante esta etapa también es posible realizar una evaluación preliminar o primaria de las accesiones, o sea, registrar la información sobre algunos descriptores de heredabilidad intermedia que permitan obtener una aproximación al valor agronómico de los materiales (ej: fechas de floración, resistencia a plagas, tolerancia a estreses). Muchos rasgos agronómicos de interés para el mejoramiento tienen una complejidad genética excesiva para poder distinguirlos en la caracterización preliminar (Crossa, DeLacy, Taba, 1995). Esos datos se suelen poner de manifiesto en la fase de evaluación del germoplasma para conocer características agronómicas útiles, muchas de las cuales pueden estar sometidas a fuertes interacciones entre el genotipo y el medio ambiente (Hinthum van, 1995; Abadie; Ceretta, 1997). Ello los hace adaptados a sitios específicos, y normalmente requieren ser tomados en diferentes localidades.

Es también en la etapa de caracterización, particularmente en especies silvestres, dónde se realizan estudios biológicos sobre las especies y las accesiones, que consisten fundamentalmente en la descripción taxonómica y el estudio de los sistemas de reproducción, los mecanismos de propagación y los de adaptación. En varias especies es imprescindible establecer protocolos para la propagación de las plantas, sin lo cual es imposible proseguir el trabajo de caracterización y evaluación. Dependiendo de la especie en consideración, los ensayos de caracterización y evaluación pueden diferenciarse más o menos claramente. En las especies perennes de

larga vida, en que la producción se realiza de forma individualizada, en un mismo tipo de ensayo se pueden registrar los datos de caracterización y evaluación.

La uniformización de los descriptores utilizados es un requisito para que la caracterización tenga valor universal. El uso de listas de descriptores bien definidos y rigurosamente probados simplifican considerablemente todas las operaciones que tienen que ver con el registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos.

La guía de descriptores de una especie es un conjunto de descriptores que tiene el objetivo de racionalizar el trabajo de toma de datos en el campo durante la caracterización y evaluación. Una guía permite además compartir la información recabada entre equipos de personas que observan las plantas en condiciones diferentes. La guía se elabora respetando las reglas para elaboración de guías de descriptores y considerando antecedentes para especies o géneros similares o de uso similar (Sevilla, Holle, 1995). Primeramente se debe elaborar una guía prueba. Se toman los datos de esta primera guía que generalmente es extensa.

Del análisis de los datos surge un número más restringido de descriptores, que permiten estimar la variación genética, discriminar grupos y diferenciar las accesiones individuales. Las listas de descriptores más utilizadas han sido elaboradas por investigadores de países industrializados buscando satisfacer las necesidades de sus programas de investigación. *Bioversity* (antes IBPGR e IPGRI) ha coordinado el trabajo de grupos de investigadores para elaborar guías de diferentes especies (Sevilla, Holle, 1995). De ser utilizadas, estas listas deben ser discutidas por los investigadores y usuarios para adaptarlas a cada caso específico. Si no existe una guía, esta puede ser elaborada por el responsable de la caracterización en conjunto con los usuarios, para definir adecuadamente las variables a ser registradas. En especies silvestres, la propuesta preliminar de descriptores se realiza normalmente en base a especies afines y al conocimiento empírico de la especie. Luego de una primera caracterización, según los resultados obtenidos y con utilización de las técnicas estadísticas adecuadas se realiza un ajuste de dicha propuesta, descartando descriptores que no tienen buen poder discriminante.

La elaboración de listas de descriptores es un proceso dinámico y abierto. Como la lista de descriptores es conceptualmente infinita, es conveniente diferenciar los descriptores de uso interno (de interés para el propio programa), de los de uso externo (a ser compartidos con otros investigadores). La sistematización en la caracterización y documentación es un pre-requisito para que la información sobre el germoplasma sea útil. La experiencia ha mostrado que se dificulta la utilización si no se planifica el ordenamiento de la información, su almacenamiento y difusión posterior. Aquellos caracteres más complejos o difíciles de medir, como los caracteres fenológicos (Arbelbide et al., 1999), de calidad (Bhattacharya et al., 1997), tolerancia a streses (Jafari-Shebastari et al., 1995) o moleculares (Ferreira; Grattapaglia, 1996), son objeto de trabajos específicos que requieren una planificación más detallada. El desarrollo de las metodologías y técnicas para caracterizar y evaluar constituye un desafío importante para la adecuación a los nuevos requerimientos de la producción. En ese mismo sentido se debe integrar a los planes de investigación el estudio de las caracterizaciones químicas de sustancias medicinales, aromáticas, y de calidad en general si efectivamente se aspira a conocer y utilizar plenamente a los recursos fitogenéticos.

La caracterización bioquímica y molecular ofrece una serie de oportunidades, entre ellas la de una alternativa para estimar la diversidad genética de las colecciones (Westman y Kresovich, 1997), y por tanto ayudar a establecer criterios para mejorar

la representatividad de las mismas. Sin embargo esta caracterización no necesariamente sustituye la realizada para características morfológicas y agronómicas, ya que los dos tipos de información tienen historias evolutivas diferentes y pueden estar mostrando facetas diferentes de la diversidad. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la información sobre caracteres morfológicos y agronómicos es insustituible, ya que incorpora variantes en estos caracteres es en muchos casos el objetivo de los programas. En términos generales, la caracterización y evaluación preliminar pueden realizarse al mismo tiempo que la regeneración o multiplicación, lo que no sucede con la evaluación agronómica avanzada (Painting et al., 1993). En el caso particular de las especies silvestres, la caracterización y evaluación preliminar son requisitos previos para conocer la adaptación y el potencial productivo, realizar estudios de diversidad, de aspectos de la biología y del modo reproductivo y de propagación de la especie. Además de proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma disponible, la caracterización y evaluación bien realizadas presentan algunas ventajas adicionales (Valls, 1989):

- Permiten identificar duplicados, simplificando los trabajos siguientes, racionalizando los trabajos relativos a las colecciones activas y de base, evitando la duplicación de actividades y haciendo un uso más eficiente de los recursos humanos y financieros.
- Identifican *gaps* en las colecciones, que facilitan la planificación de nuevas colectas e introducciones.
- Permite el establecimiento de colecciones núcleos que, por definición, comprenden, con un mínimo de redundancia, la diversidad genética reunida en una especie cultivada y en las especies silvestres relacionadas.

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DEL CONO SUR

6.3

De los Informes sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos de los Países integrantes del Programa Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) a la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (Leipzig, 1996), se desprende una conclusión obvia: todos los países han trabajado en mayor o menor grado en la caracterización y evaluación de sus colecciones de germoplasma. Esta afirmación también está presente en el Segundo Informe sobre los RRG. Si bien todos los países informan disponer de datos de pasaporte básicos más o menos completos, y todos los países han usado en mayor o menor grado las listas de descriptores publicadas por organismos como *Bioversity*, muchos de estos trabajos son parciales, sea por el número de accesiones o por la lista de descriptores usada.

Por otro lado, aquellas colecciones en las que ha existido interés de trabajo por parte de los mejoradores, presentan evaluaciones completas, e incluso caracterizaciones de tipo molecular (ADN, isoenzimática). También es de destacar la importante participación de los países de la región en emprendimientos de caracterización y evaluación regional, como ha sido el caso del Latin American Maize Project (LAMP). Salhuana et al 1999.

En el caso de las especies silvestres, la situación es diferente, y son muy pocas las especies de las que se disponen de bases de datos completas. En algunas de ellas en que no existe ningún protocolo previo, se han desarrollado listas de descriptores. Los trabajos en caracterizaciones biológicas (sistemas reproductivos, estudios de diversidad genética, taxonomía, citogenética, etc.) son bastante más abundantes,

aunque no se encuentran estrictamente integrados al desarrollo de las colecciones de recursos fitogenéticos. Este tipo de caracterización ha sido tema de tesis de posgrado, y en general llevadas a cabo en colaboración entre institutos de investigación y universidades. Existe un interés reciente en el uso de parientes silvestres para el pre-mejoramiento de algunos cultivos, lo que ha intensificado las acciones en caracterización básica y avanzada de especies silvestres. El ejemplo que más se destaca es el del maní, con parientes silvestres naturalmente distribuidos en cinco de los seis países del Cono Sur. Existen en la región esfuerzos importantes, pero escasísimos en términos de especies, en lo relativo a caracterizaciones químicas y de calidad para el desarrollo de nuevos productos, requiriéndose importantes apoyos en capacitación y laboratorios. También se realizan en varios países caracterizaciones in situ para aquellas especies que se utilizan directamente de la naturaleza, requiriéndose de mayores esfuerzos en ese sentido.

Argentina reporta en su Segundo Informe País porcentajes que oscilan de 25 a 100% en lo que a caracterización morfológica de sus colecciones se refiere, mientras la evaluación agronómica oscila entre un 15 y un 100%. Asimismo menciona que aproximadamente la mitad de las colecciones han sido caracterizadas con empleo de marcadores moleculares, siendo predominante en especies hortícolas. En lo que se refiere a evaluación, se registra el comportamiento de los materiales frente a factores bióticos y abióticos, incluyendo resistencia a hongos, virus, bacterias, estrés ambiental, etc; y se evalúa producción y calidad de harinas, fibras, almidón, aceites, proteínas y esencias. La evaluación es realizada normalmente en los bancos activos en conjunto con los programas de mejoramiento genético.

En **Bolivia**, la situación de la caracterización y evaluación es variable, lo que depende de las especies. Se ha logrado caracterizar morfológicamente 76% de la colección de papa, y entre 90 y 100% las colecciones de quinua, cañahua, amaranto y haba. La colección de quinua cuenta también con caracterización molecular (80% de la colección) y entre 10 y 18% de las colecciones de cañahua, paico, *Atriplex* y cauchi cuentan con caracterización molecular. Se ha comenzado con la evaluación nutricional en quinua y cañahua.

Si bien **Brasil** menciona que el nivel de uso de las colecciones se encuentra por debajo de las expectativas debido a la insuficiente caracterización y evaluación de las accesiones, se constatan enormes y excelentes esfuerzos en caracterización morfológica, agronómica, molecular, citogenética, bioquímica y nutricional en el período que va desde el Primer al Segundo Informe País. Se han adaptado descriptores en muchas especies, pero también se han desarrollado set de descriptores para muchas especies nativas; para otras, en las que aun no se conocen modos de reproducción, la aplicación de grupos de descriptores todavía no es posible. La caracterización molecular se ha convertido en una herramienta muy usada en la última década, extendiéndose prácticamente a la mayoría de las especies, y siendo realizada especialmente por los bancos activos que interactúan con cursos de grado en acuerdos con universidades en todo el país. Se ha invertido en estructura de laboratorios y en la capacitación en caracterización fitoquímica, principalmente de algunos géneros de plantas medicinales y de especies frutales nativos, que presentan interés económico más acentuado. EMBRAPA está equipada con una excelente infraestructura y cuenta con recursos humanos capacitados lo que le permite también extender a través de cursos y entrenamiento dichas capacidades al resto del país y la región. En general, se han hecho importantes esfuerzos de colecta y conservación (en las décadas de 1970 y 1980) mientras las actividades de caracterización y evaluación han sido realizadas sobre una pequeña fracción de las vastas colecciones de materiales conservadas en el país.

Chile reporta en su Segundo Informe que alrededor del 46% de las accesiones conservadas en los bancos de germoplasma del país cuentan con algún tipo de caracterización agronómica o morfológica. Algunas colecciones se encuentran caracterizadas, como las de maíz, porotos y papa; otras parcialmente caracterizadas como las de trigo, avena, cebada y algunas leguminosas de grano. Dichas colecciones se encuentran caracterizadas en general por descriptores agronómicos básicos y de calidad, encontrándose gran parte de la información en libros de campos de los mejoradores. Se estima que alrededor de un 7% de las accesiones conservadas cuenta con caracterización bioquímica y/o molecular.

Las colecciones de germoplasma en **Paraguay** dependen en gran medida de los mejoradores y son ellos quienes realizan los trabajos de caracterización y evaluación. La mayor parte de la información tomada es caracterización agronómica, siendo las respuestas a estrés biótico, como resistencia a enfermedades, o a estrés abióticos, como sequía y acidez del suelo las características más frecuentemente recabadas. Las colecciones de maíz y maní se encuentran caracterizadas con descriptores básicos, y se ha completado la caracterización de 50 accesiones de la colección de mandioca. En general, el germoplasma que se evalúa y caracteriza es el que está siendo incluido en alguna fase de los programas de mejoramiento.

En **Uruguay**, la caracterización y evaluación en aquellas especies en que INIA tiene programa de mejoramiento es realizado por los mejoradores, por lo que los datos de evaluación de las accesiones son relativamente mejores que los de caracterización, y la priorización de descriptores es hecha en base a la utilidad para los propios programas de mejora. Prácticamente todas las colecciones tienen descriptores básicos y una alta proporción descriptores avanzados, en particular se resalta la valiosa información de caracterización y evaluación de las colecciones en cuanto a resistencia a enfermedades. También se evalúan parámetros de calidad y se está en proceso de ampliar la capacidad de caracterizar mediante marcadores moleculares. En Facultad de Agronomía, la caracterización de germoplasma de forrajeras nativas está a cargo de los grupos de Botánica, Genética y Fitotecnia. En algunas especies de gramíneas, como en *Bromus auleticus*, se ha generado una lista de descriptores adaptados a la especie, pero también se ha avanzado en otras especies de forrajeras, especies medicinales y aromáticas. La colección de maíz se encuentra caracterizada y evaluada y también se ha avanzado en la caracterización y evaluación de poblaciones locales de especies hortícolas.

ESTRATEGIA PROPUESTA

6.4

Las colecciones de recursos fitogenéticos han sido desarrolladas para ser utilizadas, fundamentalmente, en el mejoramiento genético, y no simplemente para ser conservadas en los bancos de germoplasma. El Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura acordado en ámbito de FAO (FAO, 1996) recoge esta inquietud. En el capítulo de utilización de los recursos fitogenéticos se establece una clara estrategia para facilitar el uso de las colecciones, basada en el incremento de la caracterización, de la evaluación y de la designación de colecciones núcleo.

El Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, firmado en 2001 y ratificado hasta la fecha por Paraguay, Uruguay y Brasil induce a los países a buscar mecanismos y recursos para caracterizar y evaluar sus colecciones, poniéndolas a disposición del sistema multilateral facilitado.

Dentro de los objetivos a mediano plazo, se da prioridad a la organización de programas de caracterización y evaluación para identificar accesiones y genes valiosos y mejorar la eficacia del proceso de evaluación. Para que los países de la región se integren en la implementación de esta estrategia se propone:

- a) Incrementar la información existente para las colecciones de la región.
- b) Completar los datos de pasaporte e información básica sobre lugar de origen, utilizando SIG, informaciones etnobotánicas, etc. Dar énfasis a la incorporación de información molecular de genes o marcadores que ayuden a identificar el germoplasma y faciliten su utilización.
- c) Avanzar en la caracterización y evaluación de las colecciones existentes. Ello implica completar el trabajo en aquellas colecciones en las que la caracterización o evaluación se encuentra en marcha, y comenzar en aquellas en las que aún no se han iniciado, haciendo un esfuerzo mayor en las especies silvestres de interés actual o potencial que permita conocer su adaptación. En estas especies es necesario desarrollar listas de descriptores propios.
- d) Conformar equipos multidisciplinarios a nivel nacional y regional que desarrollen metodologías estandarizadas de caracterización y evaluación. Homogeneizar protocolos.
- e) Desarrollar listados de descriptores comunes para lograr un proceso armónico de los distintos programas.
- f) Promover el desarrollo de metodologías estandarizadas para caracterizar/evaluar características de calidad. Este punto es de creciente importancia, considerando el alto valor agregado que este tipo de caracteres adquiere en el mercado, y el escaso énfasis que se le ha dado en el pasado comparado con la caracterización y evaluación de caracteres asociados a la productividad.
- g) Promover el desarrollo de técnicas especiales para la caracterización de especies de conservación *in situ*.
- h) Promover el intercambio de la información de evaluación y caracterización generada por distintos grupos. Este deberá realizarse a través de intercambio directo de información, en la realización de actividades de difusión por especie o región (seminarios, talleres, reuniones), o mediante la publicación en revistas o series periódicas.
- i) Aprovechar más eficientemente la información generada en las etapas de caracterización/evaluación, para realizar otros estudios y análisis; promover una mayor cooperación entre los curadores de las colecciones y los usuarios de las mismas. Especial énfasis debe darse a la participación de los mejoradores en definir las prioridades de caracterización y evaluación de las colecciones.
- j) Establecer redes nacionales y/o regionales para evaluación de colecciones.
- k) Desarrollar una política de capacitación de recursos humanos. Se deberá dar especial énfasis en la formación de capacidades en las áreas tradicionales como taxonomía, agronomía y biología avanzada, e incrementar la formación en el estudio de caracteres de calidad y aplicación de técnicas moleculares.
- l) Proveer de los recursos materiales necesarios para caracterización y evaluación.

Los beneficios esperados de poner en práctica estas propuestas, serán un incremento en el valor agregado de las colecciones, mejorando su valor estratégico y aumentando las posibilidades de uso para el mejoramiento por los programas de la región.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**6.5**

- ABADIE, T.Y S. CERETTA. 1997. Exploring crop adaptation through the study of multi environment trials (METS) p35-40 *In* Rebuffo, M, Abadie, T. Third South American OatsCongress. INIA Uruguay - The Quaker Oats Company.
- ABADIE, T. et ál. 1998. A classification for Brazilian maize landraces. *Plant Genetic Resoruces Newsletter* 114: 43-44.
- ABADIE, T. y A. BERRETTA. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. *In* Berretta y Rivas, coord. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay. p 91-99.
- ARBELBIDE, M. et ál. 2000. Caracterización de respuesta a fotoperíodo de cultivares y líneas de cebada. *En*: Proceedings III Congreso Latinoamericano de cebada. Colonia, Uruguay.
- BHATTACHARYA, M. et ál. 1997. Diversity of Starch Pastin Properties in Iranina Hexaploid Wheat Landraces. *Cereal Chemists* 74:417-423.
- BURLE, M. L. et ál. 1999. The use of environmental maps in GIS as a tool for cassava genetic resources classification. *In*: Cassava Biotechnology: IV International Scientific Meeting - CBN.
- CARVALHO, L.J.C.B.; A.M. THRO y A.D. VILARINHOS (eds.) Pp. 24-35. Brasília. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/CBN, 2000. 626 p.
- CROSSA, J.; DELACY, I.H.; TABA, S. 1995. The use of multivariate methods in developing a Core Collection *In*: Hodgkin, T, Brown, AHD, Hintum, TJL van, Morales, EAV (eds.) Core Collections of plant genetic resources pp77- 89. John Wiley and sons, New York.
- FAO, 1995. Informe de la República Argentina. A. Clausen; M. Ferrer; S. Gómez; J. Tillería, (eds.). Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Genéticos. Buenos Aires. 59 p.
- FAO, 1995 a. Informe Nacional de recursos genéticos. 1995. Cuarta Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. La Paz, Bolivia. 54 p.
- FAO, 1995 b. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos de Brasil. Roma. Italia.
- FAO, 1995 c. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Santiago, Chile. p.58.
- FAO, 1995 d. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Schwartzman, J. y Santander, V. (eds.). Recursos Fitogenéticos del Paraguay. Cuarta Conferencia PNUD/FAO.MAG. 40 p.
- FAO, 1995 e. Informe Nacional de recursos genéticos. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Uruguay. p.37.
- FAO, 1996. Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Leipzig. Alemania.
- FAO, 1998. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. p.510.
- FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. p.46.
- FAO, 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. p.114.
- FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et ál. p.72.
- FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. p.97.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.
- FAO, 2009a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V.Inglis. p.163.
- FERREIRA, E.M., y GRATTAPAGLIA, D. 1996. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. Embrapa, CENARGEN. Brasília, DF. p. 220.
- FRANKEL, O.H., BROWN, A.H.D. 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. *In*: Holden JHW, Williams JT (eds). Crop genetic resources: conservation and evaluation. Allen and Unwin, London, UK, pp 249-257.
- FURMAN, B.J. et al. 1997. Characterization and analysis of North America Triticale genetic resources. *Crop Sci.* 37:1951- 1959.

- HINTUM, T.J.L. VAN.** 1995. Hierarchical approaches to the analysis of genetic diversity in crop plants In: Hodgkin, T, Brown, AHD, Hintum, T.J.L van, Morales, EAV (eds) Core Collections of plant genetic resources pp23-34. John Wiley and sons, New York.
- HODGKIN, T.** 1997. Some current issues in the conservation and use of plant genetic resources In: Ayad, WG, Hodgkin, T, Jaradat, A, Rao, VR (eds) Molecular genetic techniques for plant genetic resources pp 3-10 Report of an IPGRI Workshop 9-11 October 1995. Rome. Italy
- JAFARI SHEBASTARI, J.; CORKE, H.; QUALSET, C.** 1995. Field tolerance to salinity in Iranian hexaploid wheat landrace accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution* 42:147-156.
- PAINTING, K.** et al. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos. IBPGR. Roma. p.309.
- PATERNIANI, E.; GOODMAN, M.M.** 1977. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Mexico DF. CIMMYT. p 95.
- PEETERS, J.P.; GALGWAY, N.W.** 1988. Germplasm collections and breeding needs in Europe. *Economic Botany* 42: 503- 521.
- SALHUANA, W. et al.** 1999. Breeding potential of maize accessions from Argentina, Chile, USA and Uruguay. *Crop Sci.* 38:866-872.
- SEVILLA, R.; HOLLE, M.** 1995. Recursos Genéticos Vegetales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. p. 208
- SPAGNOLETTI ZEULI, P.L.; QUALSET, C.O.** 1987. Geographical diversity for quantitative spike characters in a world collection of durum wheat. *Crop Sci.* 27:235-241.
- THOME, J.** et al. 1995. The combined use of agroecological and characterization data to establish the CIAT Phaseolus vulgaris core collection. In: Core collections of plant genetic resources Hodgkin T, Brown AHD, Hintum T.J.Lvan, Morales EAV (eds.). John Wiley and Sons, New York. Pp. 95-107.
- VALLS, JOSÉ F.M.** 1989. Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma vegetal. In: Curso de Tecnología de Sementes para Bancos de Germoplasma, CENARGEN. Brasília. Brasil. p.23
- WESTAMN, A.L.; KRESOVICH, S.** 1997. Use of molecular techniques for description of plant genetic variation. In: Biotechnology and Plant Genetic Resources, conservation and use. Callow, JA, Ford-Lloyd, BV, Newbury, HJ. Biotechnology in Agriculture Series, No.19. CAB International, New York. USA.

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS



*Mario Paredes: mparedes@inia.cl
Viviana Becerra: vbecerra@inia.cl
Federico Condón: fcondon@inia.org.uy
Silvia Germán: sgerman@inia.org.uy
Rosa Lía Barbieri: barbieri@cpact.embrapa.br*

Las plantas constituyen el elemento básico para el desarrollo de la agricultura de los países. Ellas, como recurso biológico y genético, son la base de la producción no sólo para la agricultura y la alimentación sino también para el sector industrial y farmacéutico. En este sentido, se destaca que sólo una fracción de estos recursos está actualmente en uso, mientras que otra gran porción posee potencialidad de uso más o menos inmediato, en diferentes sistemas de producción. En ellos se depositan el conocimiento y los valores sociales y culturales de las comunidades rurales, a las que sustentan constituyéndose en la base de su alimentación.

América del Sur posee la mayor biodiversidad de todos los continentes, desde desiertos áridos y bosques tropicales húmedos hasta glaciares, lo que determina una amplia riqueza de plantas adaptadas a diferentes condiciones de clima (temperatura, humedad, fotoperíodo) y suelos (acidez, salinidad, sequía, contenido de nutrientes) donde han evolucionado o se han seleccionado características especiales y genes de alto valor. Esta biodiversidad de ecosistemas en América del Sur está asociada también a la existencia de varios centros de origen y de diversidad secundaria de algunas especies cultivadas lo que representa un papel fundamental para la seguridad alimentaria. Este recurso en forma de diversidad genética existente en la región significa la posibilidad y el compromiso de explorarlos, conocerlos, desarrollarlos y valorizarlos. Sin embargo, el uso de esta diversidad todavía representa un desafío, aunque en algunos países, como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador o Perú el uso de especies nativas es común en las poblaciones locales debido a que estos recursos constituyen parte importante de su cultura y el sustento de su seguridad alimentaria.

La valoración de los recursos genéticos tiene que generar su lugar en la agenda del desarrollo local y regional, debiendo incluir no sólo el uso de los mismos en programas de mejoramiento formal de especies que se encuentran en el gran cultivo, sino también incorporar a especies nativas y/o subutilizadas. Elementos como el desconocimiento de su biología reproductiva, de su valor nutritivo, o las nuevas potencialidades de uso, y la falta de caracterización agronómica o de sistemas de documentación de germoplasma de fácil acceso son algunas de las razones del escaso uso de estos recursos. Por lo que deberán realizarse esfuerzos para mejorar la caracterización y evaluación de las colecciones disponibles, tarea que es costosa debido a la necesidad de realizar muchas determinaciones en un gran número de accesiones. El tamaño de las colecciones constituye entonces una de las limitantes para poder conocerlas mejor y para mejorar su uso, por lo que el desarrollo de colecciones núcleo ha sido propuesto como una alternativa para impulsar la evaluación del germoplasma, promover su uso y mejorar el manejo de los bancos.

El desarrollo de recursos genéticos implica sin duda proyectos de mediano y largo plazo, que constituyen un riesgo en la inversión de recursos monetarios y humanos. Para tener éxito deben lograr despertar el interés de todo el sistema productivo e industrial que es necesario para agregarles valor y utilizarlos, y sobre todo trabajar en la generación de mercados que los demanden. Se deben diseñar estrategias que incluyan marcos legales claros y definidos, que propicien el intercambio de información sobre los recursos genéticos a utilizar, y una mayor relación con los usuarios reales y potenciales: fitomejoradores, agricultores, industria de semillas, viveros, procesadores de alimentos, industrias farmacéuticas y consumidores. Para que los recursos genéticos locales sirvan de base para el abastecimiento de la industria, es necesario que se propicie el desarrollo de actividades de bioprospección, y que se desarrollen alianzas con las industrias existentes que tengan la capacidad de aprovechar estos

conocimientos para producir nuevos productos. Para que esta actividad sea productiva se requerirá una capacidad de innovación que puede ser propia o provista a través de una sólida articulación de los centros de investigación de cada país o de la región con el sector industrial y con el sector agrícola que adoptará el nuevo producto.

ROL DEL FITOMEJORAMIENTO CLÁSICO

7.2

FAO estima que una tercera parte del incremento de la productividad de los cultivos en los últimos 30 años es producto del fitomejoramiento, y reporta que a pesar de que la población mundial ha crecido un 70%, la agricultura proporciona en la actualidad un 15% más de calorías/persona que hace 30 años. Concluye que la humanidad seguirá dependiendo de los recursos fitogenéticos para hacer frente a las necesidades futuras.

El principal objetivo del mejoramiento genético de plantas es incrementar la productividad y la calidad de los cultivos de manera que se adapten a las necesidades del agricultor y del consumidor. Esa productividad mayor se puede obtener mejorando directamente por potencial de rendimiento a través de sus componentes, o indirectamente a través de la mejora por resistencia a enfermedades, plagas, o factores abióticos adversos, como sequía, exceso hídrico, frío, etc. El mejoramiento genético clásico accede a la diversidad genética a través de diferentes metodologías, como introducciones de materiales de otros lugares y genera variabilidad mediante cruzamientos, algunos muy complejos y amplios. Finalmente aplica una presión de selección de acuerdo a sus objetivos, descartando aquellos genotipos no deseados. Éste método puede mantener amplia variabilidad en los programas de mejoramiento, asegurando ganancias genéticas a largo plazo, pero es en general un método lento y que requiere de un número mínimo de generaciones y de instancias de evaluación para obtener materiales comerciales superiores.

La urgencia y presión a que son sometidos los programas de mejoramiento convencionales para la liberación continua de cultivares es una de las principales causas de que en su mayoría, se trabaje en base a materiales adaptados de alta productividad, a los cuales se les introducen características de interés específico como calidad, resistencia a enfermedades o a plagas. Esta estrategia busca, en uno o más ciclos de selección, y utilizando distintos esquemas de cruzamientos (simples, triples, distinto número de retrocruzas), lograr en la forma más rápida posible materiales para liberar al mercado. Esta estrategia no asegura que se mantenga la amplitud de la base genética necesaria para garantizar ganancia genética a largo plazo.

En paralelo, en el siglo XX -era del costoso mejoramiento moderno- ha ocurrido una reducción del número de especies usadas para alimentación, habiéndose progresivamente discontinuado muchos programas de mejoramiento, sobre todo en los países en desarrollo, y debido en parte a la necesidad de concentrar esfuerzos para ser exitosos. También se ha dado una reducción progresiva de la base genética de los cultivos mayores y/o la utilización de genes comunes en áreas extensas. Una base genética estrecha significa, en general, cultivos o variedades de alta productividad, muy especializados y exigentes en lo referente a su ambiente de producción, pero en general vulnerables o con poca capacidad de respuesta o resiliencia frente a cambios ambientales y otros factores bióticos o abióticos. La consecuencia es cultivos vulnerables frente a ambientes variables como puede ser cambios en prevalencias de enfermedades, ocurrencia de sequías o heladas no normales. En estos casos, el mejoramiento no dispone de la base genética para lograr responder en forma rápida

y efectiva al cambio de situación (Ej: resistencia a Fusariosis en trigo, *southern corn blight* en maíz).

Premejoramiento

El fitomejoramiento debería ser uno de los principales usuarios del germoplasma conservado en los bancos, como fuente del recurso 'genes valiosos' a ser introducidos en la base genética adaptada. Pero la brecha genética entre el *pool* de germoplasma *elite* de los programas de mejoramiento genético y el de germoplasma ubicado en los bancos puede ser muy importante, resultando necesario realizar etapas de trabajo previos al desarrollo de variedades para facilitar su utilización.

El pre-mejoramiento (*pre-breeding*) realiza este trabajo de intermediación, incorporando genes o grupos de genes provenientes de germoplasma exótico (de otras especies, géneros o incluso de otras familias vegetales) en genotipos de fácil uso en mejoramiento. El material pre-mejorado pasa a los programas de mejoramiento genético como líneas parentales para el desarrollo de cultivares. El desarrollo y mejora del germoplasma (*germplasm enhancement*) es, en estos casos, la primera etapa en la utilización de los recursos fitogenéticos, transformándose en una estrategia que busca la ampliación de la base genética, articulando con el mejoramiento. Existen importantes ejemplos de transferencia de genes desde germoplasma exótico al cultivado, con logros considerados exitosos. Se destaca en la región la existencia de capacidades de mejoramiento en muchos cultivos en los que se ha utilizado esta estrategia.

Los objetivos del pre-mejoramiento incluyen:

- 1) Acceder a nuevos genes de resistencia o tolerancia a estreses, como pueden ser estreses abióticos (causados por cambio climático, por la ampliación de áreas agrícolas, por cambios de sistemas de producción o por movimientos de cultivos a zonas marginales desde el punto de vista ambiental), o estreses bióticos (nuevas enfermedades y plagas, nuevas razas o biotipos virulentos, o cambio en la prevalencia de enfermedades asociados a cambios ambientales). Dentro de este punto también se incluye el uso de tipo de resistencia parcial considerada durable (Germán, S., com. pers.)
- 2) Acceder a características de interés que mejoren las características de uso de los productos, como puede ser la introgresión de nuevas características de calidad a materiales locales que no las poseen, tales como mayores niveles o diferente composición de proteínas en trigo o diferente composición del almidón en papa, trigo o maíz. Dentro de esta categoría entran también la introgresión por vía biotecnológica de características nutricionales (*Golden rice*).
- 3) Lograr mayor adaptación general y por lo tanto mayor rendimiento y estabilidad. Este objetivo es más veces deseado que alcanzado. Sin embargo, muchos cultivares que han manifestado saltos favorables en los niveles de rendimiento han tenido un pedigrí bastante diverso. Trigos y arroces semienanos, los primeros sorgos híbridos e incluso los primeros híbridos de maíz son algunos ejemplos. En cada uno de estos casos, intensos esfuerzos de pre-mejoramiento precedieron el desarrollo de cultivares de alto rendimiento. El pre-mejoramiento fue utilizado para adaptar variados tipos de germoplasma a diversos patrimonios (*backgrounds*) genéticos y adaptaciones a nuevas regiones geográficas.

En este sentido se debe destacar que el lograr introducir una nueva característica a una especie cultivada no representa en sí mismo el logro del objetivo de reducción

de la vulnerabilidad genética de un cultivo. En los cultivos hay un factor extremadamente importante que está dado por las áreas ocupadas en un mismo momento por una variedad o variedades que tienen una característica en común, que puede estar asociada a factores de vulnerabilidad: por ejemplo, es el caso de un solo gen o la misma combinación de genes de resistencia a una enfermedad. A la vez de permitir la defensa del cultivo por su resistencia frente a biotipos o razas del patógeno se transforma en sí mismo en un factor de riesgo, si la población de patógenos adquiere virulencia sobre este o estos genes, ya que toda el área que era resistente pasa a ser susceptible.

A herramientas como las técnicas de hibridaciones sexuales convencionales, el rescate de embriones y la mutagénesis, se han sumado técnicas biotecnológicas como la fusión celular, la ingeniería cromosómica y la ingeniería genética, ampliando el rango de opciones de pools genéticos candidatos a ser dadores de genes de interés. También se ha pasado de la elaboración de mapas genéticos y físicos de especies modelo a especies cultivadas, y de la identificación de marcadores en regiones genómicas de interés a la secuenciación completa y procesos de anotación de los genomas de cultivos como el arroz ³ y el trigo ⁴. Una importante evolución en las plataformas de marcadores moleculares de *high throughput* de desarrollo propietario SNP ha generado una revolución en la disminución de los costos de obtención de marcadores moleculares, y además ha posibilitado el uso de marcadores basados en PCR a nivel de programas de mejoramiento genético, tanto en la industria privada como en la pública. El desarrollo computacional y de modelos de análisis de datos también ha permitido desarrollar estrategias para la identificación de asociaciones entre marcadores y fenotipos dentro de colecciones de germoplasma, como es el caso del Mapeo Asociativo, potenciando la identificación de alelos de interés presentes en colecciones de germoplasma.

Colecciones Núcleo

Como se mencionó, una de las razones del escaso uso de las colecciones conservadas en los bancos es, en general, el alto número de accesiones que las componen, lo que insume mucho tiempo, hace costoso y muy laborioso la exploración de la colección en su totalidad. La estrategia de desarrollar colecciones núcleo es una alternativa de bajo costo para mejorar el uso de los recursos genéticos conservados en los bancos, promover su evaluación y por lo tanto mejorar el manejo de los bancos. El concepto de colección núcleo fue desarrollado por Frankel y Brown en 1984, quienes la definieron como una muestra reducida y representativa de la colección en la cual se incluye la variabilidad genética de un cultivo y las especies emparentadas con un mínimo de repeticiones. Evidencia experimental sugiere que la variabilidad no se encuentra dispersa al azar sino que se distribuye dentro y entre poblaciones con diferentes grados de organización, y que dicha organización de la diversidad genética ocurre en general en función de dos ejes básicos que son la localización geográfica y la composición genotípica. En base a estos conceptos, surge la necesidad de realizar, previo al muestreo, un agrupamiento de los materiales según grados de similitud. Se utiliza en general métodos multivariados, y en especial análisis de patrones, que usan en forma sucesiva la clasificación y ordenación de la información disponible. Una vez definidos los grupos, se toma una muestra de cada uno de ellos para constituir la colección núcleo. Las accesiones que no son incluidas en la colección núcleo pasan a componer una colección de reserva.

³ Ver: <http://rice.plantbiology.msu.edu/>

⁴ Ver: <http://www.cerealsdb.uk.net/>

La colección núcleo es el primer sitio para buscar alelos deseables, pero si es necesario, la búsqueda se continúa en la de reserva; esta segunda etapa se realizaría sobre aquellas accesiones representadas por las de la colección núcleo que mostraron mejor comportamiento para el carácter estudiado, reduciendo el costo total del proceso. Una de las principales ventajas de las colecciones núcleo es su tamaño reducido, lo que permite una evaluación más detallada que si se realizara sobre la colección completa, lo que facilita también la elección de los materiales a utilizar por parte de los programas de mejora.

El tamaño de la colección núcleo debe ser aquel que permita retener la mayor cantidad de alelos posibles, y con un muestreo adecuado, Brown (1989) estableció que el 10% de la población retuvo, con un 95% de confianza, por lo menos un 70% de los alelos presentes. Según el mismo autor, los alelos en una colección se distribuyen en cuatro grupos: comunes dispersos (1), raros dispersos (2), comunes localizados (3) y raros localizados (4). Los (1) estarían presentes en todas las accesiones, y seguramente son ya utilizados en los programas de mejora; aquellos alelos que están ausentes o en frecuencias muy bajas en la mayoría (2) o en pocas accesiones (4), son en general aquellos que han tenido poca adaptabilidad en la naturaleza, y probablemente también contribuirán poco al mejoramiento en el futuro. La conservación del grupo (3) es de particular importancia, ya que incluye aquellos alelos que han sido sometidos a fuertes presiones de selección, confiriendo adaptación a condiciones ambientales específicas; los mejoradores tienen especial interés en este tipo de alelos, porque controlan caracteres de importancia agronómica como resistencia a estreses bióticos y abióticos.

Una vez elaborada la colección núcleo, ésta debe evolucionar en forma dinámica junto a la colección base, y necesita ser mejorada a medida que aparezcan nuevas accesiones que incorporen variabilidad a la colección base. También las decisiones sobre el crecimiento de la colección base pueden ser guiadas por la colección núcleo, ya que permite la identificación de duplicaciones así como áreas con escasa representación dentro de la colección total.

7.3

FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO

El conocimiento que los agricultores poseen sobre la biodiversidad agrícola es aún esencial en aquellas partes del mundo donde existen comunidades agrícolas locales, especialmente de tipo familiares tradicionales. Reconocer el rol de los agricultores, su conocimiento y organización social es la base del enfoque de la investigación agrícola conocida como **mejoramiento participativo de plantas**. En lugar de ocupar un rol de apoyo a la investigación, los agricultores forman parte de la tarea, conservando la diversidad en sus fincas, a la vez que promoviendo el desarrollo de nuevos materiales adaptados. El mejoramiento participativo es una metodología que exige una estrecha colaboración entre investigadores, agricultores y otros interesados potenciales. Abarca todo el ciclo de las actividades de investigación, desarrollo y adopción asociados al mejoramiento genético de plantas. En conjunto se deben identificar los objetivos de mejoramiento, generar variabilidad genética, seleccionar materiales, evaluarlos, y seleccionar participativamente las variedades que luego serán multiplicadas, difundidas y distribuidas.

El rol de la mujer rural en este proceso es generalmente muy importante. Ella es quien más utiliza el recurso fitogenético para elaborar los alimentos que sostienen su familia, por lo tanto conoce las características de las especies y poblaciones locales y sus usos.

Las variedades obtenidas a través del mejoramiento participativo son la resultante también de un proceso de incorporación de nuevos genes y de la adaptación permanente al ambiente en que se desarrollan, en oposición al sistema de mejoramiento moderno que normalmente sustituye las variedades tradicionales por otras mejoradas. La biodiversidad agrícola y su manejo juegan entonces, en estas comunidades, un rol fundamental en su soberanía y seguridad alimentaria, así como en el necesario balance nutricional de su dieta.

El rol de los agricultores en todo el proceso de mejoramiento es reconocido, pero sobre todo su papel en la conservación, uso sostenible y oportunidades de adaptación permanente de la variabilidad existentes, basada en la co-evolución de composición genética y ambiente.

UTILIZACIÓN DE GERMOPLASMA A NIVEL REGIONAL

7.4

Los países de la región presentan algunos datos interesantes en sus respectivos Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos presentado ante FAO entre el 2007 y el 2009⁵).

Argentina menciona, para el año 2005, un uso promedio de 6,4% de la variabilidad genética conservada en la Red de Bancos de Germoplasma de INTA, tomando en cuenta el número de accesiones que se encuentran en proceso de prueba en los programas de mejoramiento genético y aquellos que son componentes de líneas avanzadas experimentales. Esta utilización presenta un rango de un 2% en papa, sorgo o maní, hasta un 40% en algunas especies forrajeras. Las actividades de pre-mejoramiento son asumidas en forma parcial por los curadores de bancos activos y en algunos casos se realiza en forma conjunta con los programas de mejoramiento genético.

Bolivia destaca trabajos de pre-mejoramiento en cereales y leguminosas, papa, especies horto-floro-frutícolas y granos alto andinos. Se resaltan actividades de pre-mejoramiento en maíz que permiten la formación de compuestos raciales derivados de la selección participativa. Al igual que en todos los países de la región, se destaca el trabajo realizado por el proyecto LAMP en la evaluación y selección de materiales de maíz. Bolivia cuenta con colecciones núcleo de maíz, cañahua y quinua. También se prevé un importante rol de los bancos de germoplasma en la provisión de variedades adaptadas a áreas del país donde se desarrolla una agricultura de tipo familiar, donde existiría una fuerte restricción para el desarrollo de una agricultura comercial o donde no existen programas de mejoramiento o son de escaso desarrollo. En relación al uso directo el banco de germoplasma de granos alto andinos, durante cuatro años realizó trabajos de selección positiva para estabilizar semilla de cañahua, obtenida a partir de evaluaciones participativas. También el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas como parte de la estrategia de relacionamiento con los agricultores, entrega semillas de papa u otros tubérculos y raíces andinas de alta calidad fitosanitaria a las comunidades de acuerdo a solicitudes y en coordinación con diversas instituciones socias. De esta manera se fortalecen los sistemas de producción tradicional y se contribuye a la restauración de germoplasma en los campos de los agricultores. En relación al uso indirecto, los datos generados por los bancos de germoplasma sirven de base para los fitomejoradores, estableciéndose programas de pre-mejoramiento y mejoramiento genético y desarrollando estrategias para incentivar el uso de los bancos de germoplasma por los fitomejoradores, inclu-

5 Ver: <http://www.pgrfa.org/>

yendo evaluaciones para caracteres útiles y su identificación mediante marcadores moleculares.

Brasil menciona en su Segundo Informe País que al igual que en la mayoría de los países del mundo, el uso de la variabilidad disponible en los bancos de germoplasma es muy limitado. Menciona como causas principales: falta de documentación de las colecciones y de información de interés para los mejoradores, escasa adaptación de las accesiones, número insuficiente de mejoradores, deficiente evaluación de las colecciones, reducida cantidad de semilla disponible, limitado intercambio de materiales entre mejoradores, dificultad en la identificación de genes potencialmente valiosos, ausencia de programas de pre-mejoramiento o satisfacción de los mejoradores con la variabilidad genética que encuentran en sus materiales *elite*. Pero se resalta la importancia para Brasil de conocer genes potencialmente útiles y su incorporación en cultivares superiores para mejorar la utilización de recursos genéticos y ampliar la base genética de los programas de mejora. Por esa razón, investigaciones que involucren prospección, conservación y caracterización de germoplasma se han convertido en actividades estratégicas de la mayor importancia para el país. Así, se mencionan diversas actividades de identificación de caracteres valiosos para incrementar el uso en especies hortícolas, como en boniato, cucúrbitas, cebolla, ajíes; en diversos cereales, destacando arroz y maíz (LAMP), en soja, y en diversas especies nativas. Los programas de pre-mejoramiento han tenido un desarrollo importante en maíz, arroz, café y maní. También se ha enfatizado el uso de herramientas como designación de colecciones núcleo para incrementar su uso, habiéndose establecido ya las de mandioca, maíz y arroz, y estando en fase de conclusión la de frijol. La exploración de nuevas especies, tanto exóticas como nativas es también de alta prioridad para el país.

En **Chile** se menciona la existencia de colecciones núcleo de maíz, pero no la herramienta colecciones núcleo como una necesidad reconocida entre los mejoradores. Llama la atención que en trigo, el principal cultivo para la alimentación en el país, que posee una gran colección de germoplasma, no se haya designado una colección núcleo para facilitar su uso. A través de emprendimientos integradores entre el sector de investigación, la industria y el sector de desarrollo de mercados se fomenta la incursión en el uso de nuevas especies con potencial medicinal, remediación de suelos, potencial industrial o aptitud culinaria.

Paraguay resalta como acción prioritaria el mantenimiento de los sistemas productivos tradicionales como forma de conservación de los recursos fitogenéticos, y la necesidad de caracterización, no sólo botánica, sino del valor nutricional, uso industrial, y uso farmacológico para incrementar el uso de germoplasma.

En **Uruguay**, los principales usuarios de las colecciones de germoplasma de especies cultivadas son los investigadores, principalmente relacionados a los programas de mejoramiento genético. Se han designado colecciones núcleo en maíz y cebada, y actualmente se está en proceso de implementar la colección núcleo regional de trigo. Existen trabajos incipientes de pre-mejoramiento, a través del uso de *Solanum commersonii* en actividades de introgresión a la papa cultivada, identificación de genes de resistencia a enfermedades en planta adulta, identificación de genes de resistencia a áfidos en germoplasma criollo, y resistencia a estreses abióticos en plantas forrajeras (Proyecto LOTASSA: LOTus Adaptation and Sustainability in South America-).

Se destaca que las colecciones núcleo de maíz han sido designadas en los seis países del Cono Sur, en varios de ellos con apoyo de la Red de Recursos Genéticos de PROCISUR.

DOMESTICACIÓN DE NUEVAS ESPECIES

7.5

La domesticación es un proceso complejo donde existen varias etapas. Es considerada el punto final de un proceso que empieza con la explotación de las plantas silvestres, continúa con el cultivo de plantas seleccionadas desde las poblaciones silvestres, no genéticamente diferentes aún, y concluye en la fijación de características morfológicas y genéticas que distinguen a las plantas domesticadas de las silvestres y que son conocidas como el síndrome de la domesticación. Algunas de estas características son, por ej. pérdida de la capacidad de dispersión, dormancia y de la protección química y mecánica que las protege contra los predadores, pérdida de la capacidad de desgrane y aumento de tamaño de algunas estructuras de la planta a cosechar. Sin embargo, a pesar de esta situación pueden existir plantas silvestres y cultivadas que no posean características fenotípicas distinguibles, pero que sus frecuencias alélicas en características sujetas a la selección humana sean diferentes. Estos cambios en frecuencias alélicas, producto de la selección dirigida, se pueden considerar como el principio del proceso de domesticación. Por otro lado, Gepts (2004) considera que la producción del cultivo es una condición necesaria, pero insuficiente para la domesticación.

Este proceso de domesticación en América ha ocurrido en varias regiones en forma independiente y ha sido llevado a cabo por diferentes poblaciones. El continente americano ha aportado una cantidad importante de especies cultivadas como el girasol o maravilla (*Helianthus annuus*), y calabaza (*Cucurbita pepo* ssp. *ovifera*), domesticadas en el este de Norte América; frijol (*Phaseolus vulgaris*), pallar (*Ph. lunatus*), ají (*Capsicum annuum*), maíz (*Zea mays*), algodón (*Gossypium hirsutum*), y varias especies de *Cucurbita*, *Amaranthus* y *Chenopodium*, domesticados en Mesoamérica; también frijol, pallar y otras especies relacionadas, boniato o camote (*Ipomoea batata*), papa (*Solanum tuberosum*) y otras especies relacionadas, quinua (*Chenopodium quinoa*), y zapallo (*Cucurbita maxima*) domesticados en la región andina; y mandioca (*Mahihot esculenta*), maní (*Arachis hypogaea*), y piña (*Ananas comosus*), domesticados en los suelos bajos de América del Sur. Estos esfuerzos de domesticación de plantas en la región han continuado su curso, y hoy en día diferentes países muestran diversos ejemplos de la selección de plantas silvestres llevadas a cultivo y/o trabajos para mejorar el rendimiento, calidad de los productos como así también su industrialización.

A modo de ejemplo, Chile posee una alta riqueza florística reconocida a nivel mundial, con una gran proporción de especies y géneros endémicos. De los 5.739 taxones que conforman la flora vascular de Chile continental, el 46% son endémicos y con distribución geográfica y ecológica muy restringida. Brasil se encuentra dentro de los países megadiversos, con aproximadamente 32.500 especies de plantas vasculares, que representa aproximadamente el 13% de la diversidad de plantas del planeta.

En la región existen varios ejemplos de procesos de domesticación de especies nativas:

- 1) Plantas para la obtención de frutas** como la avellana chilena (*Gevuina avellana*), nativa de Chile, que contiene aproximadamente un 12 % de proteína, 48 % de grasas y 20 % de carbohidratos, y un alto contenido en vitamina A y E, y con varios usos industriales. La frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*), que pertenece a la familia *Rosaceae*, y es también una planta nativa de Chile; se la separa en dos formas botánicas; *Fragaria chiloensis* ssp. *chiloensis* f. *chiloensis*, fruto de tamaño grande, de color rosado pálido o blanquecino, ubicada preferentemente en los sectores cercanos a las costas del Pacífico en Chile y, *Fragaria*

chiloensis ssp. *chiloensis* f. *patagonica*, de fruto chico y de color rojo intenso; la frutilla chilena es uno de los progenitores de la frutilla conocida comercialmente (*Fragaria x ananassa*). La murtila (*Ugni molinae*), planta endémica del Sur de Chile que pertenece a la Familia *Myrtaceae* cuyo valor comercial reside en el fruto. Tradicionalmente, el principal uso ha sido como fruto fresco, pero también se utiliza para elaborar productos, tipo mermeladas, jarabes, postres y licores (mistelas). Desde hace aproximadamente 10 a 12 años, INIA Carillanca inició un Programa de Investigación en murtila con el objetivo de domesticar esta planta, entregar una nueva alternativa productiva para la zona sur del país y fomentar y ampliar los posibles usos comerciales de este fruto, habiendo logrado la formación de un banco de germoplasma, determinación de sistemas de propagación, mediante estacas y propagación *in vitro*, caracterización agronómica, química y molecular de la colección, determinación del sistema reproductivo, de las propiedades funcionales y alimentarias, y de las principales prácticas agronómicas. Se inició un programa de mejoramiento de la especie que incluyó la evaluación y selección de material genético elite de alto rendimiento y calidad y se realizó una amplia conexión con empresas que están desarrollando diferentes productos en la zona, liberándose un par de variedades comerciales de murtila, Red Pearl INIA y South Pearl INIA, registradas en Chile y en Estados Unidos. Se estima que actualmente existen unas 20 hectáreas de plantaciones comerciales de murtila.

En Argentina se ha manifestado interés en desarrollar tomate de árbol (*Solanum betaceum*), en Brasil (clima templado) y Uruguay, se ha manifestado interés en avanzar en investigaciones en guayabo del país, (*Acca sellowiana*), pitangas (*Eugenia* sp.), arazá (*Psidium cattleianum*), guabiyú (*Myrcianthes pungens*), todas especies del género *Myrtaceae*, con gran potencial y tradicionalmente utilizados como frutos por las comunidades locales. También Brasil y Uruguay han priorizado el desarrollo de la palma *Butia capitata*. En Bolivia y Brasil, diversas especies del género *Passiflora* son mencionadas como de extremo interés. En el Brasil tropical existe una gran diversidad de especies frutales en el Amazonas, en el Cerrado (savana) y en la Caatinga (semiárido), las cuales representan usos regionales múltiples y tienen potencial de utilización en sistemas tradicionales de producción agrícola. Se destacan el bacuri (*Platonia insignis*), la castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), el camu-camu (*Myrciaria dubia*), el muruci (*Byrsonima crassifolia*), la mangaba (*Hancornia speciosa*), el pequi (*Caryocar brasiliensis*) y el umbu (*Spondias tuberosa*), entre innúmeras otras especies.

- 2) **Especies de uso forrajero:** Un ejemplo digno de mencionar en la región es el género *Bromus*. En Chile, Argentina, Uruguay y Brasil, está representado por numerosas especies nativas, las que se desarrollan desde el extremo Norte de la región hasta Tierra del Fuego y crecen desde el nivel del mar hasta la Cordillera de los Andes. Una de las principales características del bromo es su capacidad de adaptación a climas fríos, su intenso crecimiento invierno-primaveral y su alta palatabilidad. En este sentido, existen trabajos de colecta, mejoramiento y desarrollo de variedades en casi todos los países de la región para este género, mencionando en Chile el *Bromus* Bronco INIA y Bromino INIA que dan origen a la mezcla comercial Poker-INIA, la que se caracteriza por su alta tolerancia a estrés hídrico, crecimiento uniforme a través del año, sin limitaciones nutricionales, adaptación a pastoreo, características que le permitiría incorporarse sin mayores limitaciones a la producción de forraje en Chile. En Argentina se han seleccionado y evaluado poblaciones de varias especies de este género (Rosso et al, 2009). Durante 2010 se inscribieron dos variedades de *Bromus catharti-*

cus, denominadas Calvú INTA y Rosalía INTA. En Uruguay, hay por lo menos tres variedades de *Bromus auleticus* liberadas (Potrillo y Zarco, liberadas por Facultad de Agronomía e INIA Tabobá por INIA). Brasil tiene varias especies de gran potencial forrajero, las cuales están siendo caracterizadas y mejoradas, destacándose los géneros *Paspalum*, *Adesmia*, *Stilosanthes* y *Arachis*. En el caso de *Stilosanthes* y *Arachis* ya existen variedades liberadas.

- 3) Plantas ornamentales** incluyendo la *Alstroemeria* (*Alstroemeria spp*), especie nativa endémica de Chile, para la cual países como Holanda, Inglaterra, Japón y EEUU, han generados programas de mejoramiento y comercializan variedades; el Huilli (*Leucoryne spp*), una planta bulbosa endémica de Chile, que pertenece a la familia de las Alliaceae, se usa principalmente como flor de corte. La Universidad Católica de Valparaíso, Chile, a través de la Facultad de Agronomía, y en asociación con una empresa privada, inició un Programa de Conservación y Mejora del Huille. Las Orquídeas, son plantas herbáceas perennes pertenecientes a la familia Orchidaceae. En Chile, crecen unas 49 especies de orquídeas terrestres de los géneros *Aa*, *Bipinnula*, *Brachystele*, *Codonorchis*, *Gavilea*, *Habenaria*, y *Chloraea*, las que se encuentran distribuidas desde la región de Valparaíso hasta la región de Magallanes cómo también en el Archipiélago de Juan Fernández. Brasil posee una flora muy diversificada en especies ornamentales, destacándose las orquídeas, los cactus y las bromelias. Cerca de 191 géneros, con aproximadamente 2.350 especies de orquídeas ocurren en el territorio brasileiro (Pabst y Dungs 1975, 1977). Especies ornamentales de otras familias ocurren en los diferentes biomas brasileiros: Pampa, Cerrado, Amazonas, Pantanal y Caatinga. Considerando solamente el Bioma Pampa, que ocupa el extremo sur del Brasil (región de clima templado), Stumpf et al. (2009, 2010) indican el uso ornamental de 250 especies nativas, pertenecientes a 54 familias diferentes. Un estudio realizado para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Uruguay, menciona 231 especies ornamentales. En la Argentina existe un importante programa de mejoramiento genético de especies nativas para uso en la floricultura, desarrollado por el Instituto de Floricultura del INTA, que seleccionó variedades de los géneros *Calibrachoa*, *Tecoma*, *Mecardonia*, *Glandularia*, *Nierembergia*, *Gloxinia*, *Tabebuia* y *Passiflora*.
- 4) Otras especies promisorias.** Algunas especies ya cuentan con valor agregado, como es el caso de *Mbokaya*, *ka á he é* o *Stevia* en Paraguay, o algunas especies que tienen propiedades medicinales y aromáticas que forman parte de los conocimientos y usos tradicionales de las comunidades locales. Otras especies deben comenzar los procesos de domesticación, la mayoría de las veces basado en el conocimiento tradicional de las comunidades agrícolas. Pero lo que es innegable es el potencial de la región en cuanto a especies nativas y su desarrollo. Basta mencionar algunos números vertidos en el Segundo Informe País de Brasil: se han identificado y priorizado por el proyecto Plantas para el Futuro, 775 especies autóctonas, de potencial inmediato para explotación racional o para plantación comercial, para uso a nivel local o regional, pudiendo incluirse el uso en más de una región. Se destacaron 42 especies con fines alimenticios (no frutales), 28 de especies frutales, 124 especies forrajeras, 148 ornamentales, 116 melíferas, 99 medicinales, 40 maderables, 31 oleaginosas, 3 biocidas y 9 aromáticas. En Uruguay recientemente se han identificado 115 especies con propiedades medicinales, 59 especies con aptitud forrajera, 22 con propiedades aromáticas, 25 maderables, 14 frutales, 12 tintóreas, 9 con uso como fibra y 5 especies emparentadas con las cultivadas.

Valorización es toda acción tendiente a agregarle valor a un recurso para el cual es imprescindible conocerlo, caracterizarlo, evaluarlo y explorar nuevas alternativas de uso. La valorización debe reconocer las características específicas del germoplasma, utilizado generalmente por comunidades agrícolas durante años y sobre el que dichas comunidades poseen el conocimiento que les da el valor. Valorización es un término que muchas veces se confunde con el término valoración, que es definir cuánto vale un recurso. Valorar un recurso es también una forma de valorizarlo. Sería quizás sencillo atribuir un valor económico o de uso a un gen que introduce resistencia a una enfermedad en un cultivo mayor. Pero en nuevas especies de cultivos, o cultivos poco conocidos, o donde no se disponen de estadísticas suficientes, atribuir un valor económico no es siempre posible. El valor de ese nuevo cultivo puede tener muchos otros componentes que son intangibles o al menos difíciles de evaluar ya que ha tenido un valor de uso para las comunidades que va mucho más allá del valor meramente económico.

El desarrollo de **germoplasma específico para atender nichos de mercados especializados** es otra forma de valorizar, ejemplos de éstos son la identificación de especies con propiedades nutraceuticas, o el agregado de valor de recursos genéticos regionales a través de denominaciones de origen. También explorar nuevos usos del germoplasma y los conocimientos asociados lo valoriza, como por ej. desarrollar actividades de turismo rural y ecoturismo, o el desarrollo de mercados locales, ferias de semilla, ecoferias, etc. Para los pequeños agricultores, la globalización no sólo significa un mayor riesgo y vulnerabilidad sino también la existencia de nuevas oportunidades creadas por la demanda de mercados más globales, donde el cumplimiento de las exigencias del mercado representa el mayor desafío para los agricultores que, rara vez, cuentan con los recursos técnicos y financieros que les permitan adaptarse rápidamente a estas demandas. El crecimiento de estos mercados se ha dado en la medida en que se hayan transformado en mercados orientados hacia el 'comprador' o el 'usuario'. Los compradores exigen un monitoreo de la calidad sobre una base *ex-ante* en lugar de una base *ex-post*. Como resultado de ello, se hace mayor hincapié en la certificación que en el muestreo de los productos.

Los nuevos desafíos que plantea la agricultura en la actualidad pueden ser atendidos de diferente manera a través del uso de recursos fitogenéticos de nuevas especies o de especies ya conocidas que pueden ser utilizadas con objetivos distintos. En este sentido, se necesitará explorar germoplasma que se adapte a sistemas agrícolas con restricciones o exigencias diferentes. Algunas de estas necesidades incluyen:

- Identificación de cultivos alternativos para dar sustentabilidad a rotaciones y sistemas agrícolas.
- Identificación de especies que se adapten a nuevas situaciones climáticas (como exploración en la región de especies subtropicales en forrajeras).
- Uso de variedades adaptadas con resistencia a plagas y/o enfermedades (restricción al uso de agroquímicos o cultivares genéticamente modificados en sistemas de producción orgánica).
- Uso de poblaciones de gran diversidad genética como forma de obtener diversidad de ciclos, estabilidad y seguridad de rendimientos (seguridad y soberanía alimentaria en sistemas de agricultura familiar). En estos sistemas, generalmente, el germoplasma adaptado al gran cultivo no es de utilidad, o se requiere de mayor diversidad en los genotipos usados en producción para reducir vulnerabili-

dad genética frente a estreses bióticos y/o abióticos (en oposición a la utilización de líneas homogéneas u homocigotas).

- Exploración de cultivos alternativos para nuevos productos, como es el caso de los **biocombustibles**, sin afectar la disponibilidad de alimentos.

La industria de medicina natural y nutracéuticos tienen como principal insumo los recursos de la biodiversidad. La ruta de adición de valor más común que sigue este sector se inicia con la identificación de especies, las que son colectadas en fresco, luego son deshidratadas y trituradas para finalmente obtener los extractos que sirven como insumo para otros posibles procesos productivos (extractos para la producción de jarabes), o como productos finales. Este sector incluye un grupo heterogéneo de productos como hierbas, extractos botánicos, vitaminas, minerales, suplementos deportivos, suplementos alimenticios, alimentos deportivos y de especialidad (alimentos funcionales). Los recursos biológicos más usados dependen de cada país y un alto porcentaje son obtenidos de manera silvestre. El conocimiento tradicional es un instrumento básico y en muchos casos ha sido el único fundamento para el desarrollo de nuevos productos.

El **sector de cosméticos** tiene un comportamiento bastante similar al de la medicina natural y nutracéuticos. La adición de valor más común que sigue este sector se inicia con la identificación de especies que son colectadas en fresco, luego deshidratadas y trituradas y entregadas a la industria para ser introducidas en el proceso de producción y formulación de cosméticos, como productos humectantes, anti irritantes o antiinflamatorios de la piel. En esta industria el concepto de 'productos naturales' tiene un valor importante en el mercado.

La **producción de enzimas para la industria de alimentos y otras industrias** tiene una ruta de producción que involucra: la selección de enzimas de bacterias, levaduras, hongos, vegetales y/o animales, su aislamiento y la caracterización de propiedades enzimáticas, el desarrollo de organismos fuente en una cepa de producción, el desarrollo de un proceso de producción, la estandarización de los procedimientos para obtener los máximos rendimientos enzimáticos, y finalmente, la formulación de la preparación enzimática. Las enzimas están involucradas en una amplia gama de usos como la preparación y procesamiento de alimentos, la fermentación de licores, la adición de características a fibras, telas, confecciones, muebles, productos de cuero, productos químicos, degradación de contaminantes en las fábricas o la remoción de organismos infecciosos o toxinas que aparecen en el procesamiento o en el almacenamiento de los alimentos. Los recursos genéticos son una fuente importante de muchas proteínas naturales con una actividad enzimática útil para procesos industriales. Por lo tanto, la bioprospección es una actividad importante para encontrar nuevas enzimas con actividades novedosas que se pueden aplicar a procesos industriales.

En el caso de los **biopesticidas y biofertilizantes** la ruta de aprovechamiento de los recursos genéticos se inicia con la identificación de microorganismos, insectos o plantas capaces de cumplir funciones de control biológico y nutrición vegetal. Estos recursos se aprovechan a través de técnicas de mejoramiento tradicional o de modernas técnicas de ingeniería genética y de cultivo de células, tejidos y microorganismos. Los insumos que provee a esta industria son insectos benéficos como parásitos y predadores; patógenos de agentes causales de enfermedades como hongos, bacterias, virus, nemátodos; repelentes como extractos vegetales y abonos orgánicos provenientes de desechos o de transformación industrial. Este sector está integrado por micro y pequeñas empresas asociadas a pequeños laboratorios o a instituciones de investigación.

La región cuenta con alguna experiencia en esta materia y con un importante potencial por la alta diversidad de microorganismos e insectos, colecciones establecidas y la capacidad desarrollada en los procesos de investigación para la caracterización, escalamiento experimental y formulación de biopesticidas y en la producción comercial de insectos controladores. Los principales cuellos de botella están relacionados con la baja capacidad de escalamiento para el desarrollo de productos a nivel comercial, y en los pocos incentivos para el reemplazo de los insumos químicos por biológicos.

En varios países la legislación y normatividad no son claras en lo que se refiere a la comercialización y producción de insumos, en otros casos se acogen a los estándares internacionales. Un aspecto clave en este aspecto es la obtención de un conocimiento cabal de los atributos que posee el material genético conservado en colecciones guardadas en los Bancos de germoplasma. Una manera de abordar este tema es formar colecciones núcleos, donde muestras representativas de la diversidad genética de las colecciones completas puedan ser caracterizadas y documentadas más en profundidad. Otro aspecto clave en el uso de estos recursos es el establecimiento de programas de pre-mejoramiento que permitan ampliar la base genética de los cultivos. Otra oportunidad para un mayor uso del germoplasma nativo es la aplicación de las biotecnologías que podrían mejorar la productividad de estos recursos y a la vez ser fuente de genes para mejorar las plantas cultivadas. Sin embargo, debido a la importancia económica actual de estos recursos genéticos, su uso y mejoramiento debe ser abordado en primer lugar por la región ya que para muchas de las grandes compañías no es atractivo.

Otra forma de valorización de los recursos fitogenéticos es a través de medidas no ya de orden técnico, sino que apunten a diferentes tipos de certificaciones de origen o procesos. Los sellos de calidad en alimentos representan características diferenciadoras de calidad que van más allá de los requisitos sanitarios o de inocuidad que debe cumplir un alimento, el que es certificado por un ente certificador quién entrega un sello de calidad. Ellos se convierten en una efectiva herramienta de comercialización para promover productos alimenticios en mercado de consumidores exigentes y que están dispuestos a retribuir por un producto de calidad certificada. A nivel mundial, los consumidores de productos alimenticios han elevado y diversificado sus grados de exigencia en forma paulatina y en forma importante. Por lo tanto, la región como proveedora de alimentos debe estudiar las posibilidades de implementar sistemas de sellos de calidad que apoyen la comercialización y el desarrollo de productos agroindustriales de excelencia. La diferenciación de la calidad de los productos agrícolas y alimentarios es una oportunidad para los productores de agregar valor obteniendo reputación y reconocimiento en los mercados así como la posibilidad de encontrar nuevos nichos, crear nuevos empleos en el sector rural, evitar la migración rural y preservar la cultura y la biodiversidad.

Los países de la región poseen numerosos productos tradicionales con fuerte identidad territorial. La diferenciación de productos alimenticios a través de sellos de calidad es una práctica incipiente, y predominan sellos de conformidad con la norma técnica en productos alimenticios de elevado proceso industrial. Existe mucha experiencia en certificación orgánica, pero destinada a la exportación y otorgada en general por certificadoras extranjeras, contándose con muy pocas certificadoras nacionales que posean acreditación internacional (ISO 65); sin embargo constituyen una herramienta con importante potencial para promover productos de la agroindustria rural.

El sello de calidad, como 'marca de garantía', refuerza la confianza del consumidor, permite acceder a nuevos mercados, diferencia los productos y evita la competencia desleal, además de incrementar el valor agregado. Por lo tanto, esos sellos represen-

tan un potencial para añadir valor en el producto y preservar y promover el territorio y su patrimonio.

Un estudio de casos realizado en América Latina, por la FAO, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Ministerio de Agricultura de Chile (MINAGRI) indicó que a nivel local, el uso de indicaciones geográficas tiene impactos económicos (nuevos mercados, poder de negociación, mejor precio), sociales (en particular en cuanto a la autoestima, la preservación de tradiciones, el mantenimiento de la población en zonas marginalizadas) y ambientales (contribución a la preservación y valorización de razas o variedades locales, toma de conciencia del uso sostenible), con la precisión de que hay claridad en cuanto a que esas evidencias no son suficientes para garantizar efectos seguros en cualquier situación local.

Algunos ejemplos en nuestra región: la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) de Argentina otorga el Sello de Calidad “Alimentos Argentinos, una elección natural”. Hasta ahora suman varias empresas que cuentan con el Sello. Las empresas interesadas en adquirir su derecho de uso deben cumplir con los requisitos establecidos según el producto elaborado. El sistema es auditado por las empresas certificadoras, la SAGPyA cede gratuitamente el uso de la marca, y es veedora de todo el sistema. Entre los productos con sello de calidad se encuentran vinos, dulce de leche, yerba mate, jamón crudo, arándanos, zapallo, cebolla, y miel.

En Chile, se desarrolló un sello de calidad de carne para la producción de cordero de la región de Magallanes, basado en el Modelo del Meat Research Institute de Nueva Zelanda. Este sello garantiza estándares de calidad y tratamiento del animal desde el campo hasta la distribución del producto.

La Política de Calidad de la Unión Europea actualmente tiene reglamentadas tres corrientes de sellos de calidad para productos y alimentos de origen agropecuario que pueden ser de utilidad estudiar para su posible aplicación en la región: Denominación de Origen Protegida (DOP), Indicación Geográfica Protegida (IGP) (CEE N° 2081/92) y la Agricultura Ecológica (CEE N° 2092/91).

La denominación de origen protegida (DOP) garantiza que el producto que lleva este sello ha sido producido, transformado y elaborado en una zona geográfica determinada, con conocimientos específicos reconocidos y comprobados. La indicación geográfica protegida (IGP) garantiza que el producto que lleva este sello presenta un vínculo con el medio geográfico en al menos una de las etapas de su desarrollo: producción, transformación o elaboración. Las indicaciones geográficas no sólo se aplican a productos agrícolas producidos en determinados lugares, sino que también son aplicables a cualidades de un producto que sean consecuencia de factores humanos como tradiciones, propios de un lugar de origen de estos productos. En este sentido, la denominación de origen es un tipo de indicación geográfica que se aplica sólo a productos que poseen una calidad específica, producto del lugar geográfico donde se produce. Las indicaciones geográficas están protegidas a nivel local por diferentes tipos de leyes nacionales cuya finalidad es proteger al consumidor, así como de la competencia desleal. Una manera de obtener un reconocimiento y beneficio sobre las denominaciones de origen para la región tan rica en recursos genéticos podría ser la divulgación del origen de los recursos genéticos o conocimientos culturales utilizados.

La agricultura ecológica garantiza que el producto ha sido obtenido respetando las normas CEE N° 2092/91 durante todo el proceso productivo (cultivo o crianza, transformación, envasado, etiquetado, comercialización). Los agricultores que producen alimentos en conformidad con las normas de certificación orgánica, y cuyo cumplimiento es verificado por los organismos de certificación, pueden ser certificados

como orgánicos. En la región se cuenta con experiencia en el tema, que debe ser fortalecida, tanto por la calidad del proceso de producción como por las posibilidades y demanda que presenta desde mercados exigentes extra regionales.

El **Uso de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional asociado**, como se mencionó, el conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos es el elemento que le da valor al mismo, conocimiento que tradicionalmente ha residido en las comunidades locales o indígenas que los cultivan.

El reto político, jurídico y práctico es organizar un sistema que considere el respeto, protección, conservación y desarrollo de los conocimientos colectivos de las poblaciones indígenas asegurando el uso de los recursos genéticos con su consentimiento y que los beneficios resultantes se distribuyan de manera justa y equitativa, respetando sus propios sistemas de adopción de decisiones y distribución comunitaria.

7.7

ESTRATEGIA PROPUESTA

Para mejorar la utilización de los recursos genéticos, varias acciones serían recomendables:

- a) Potenciar el desarrollo de los programas de mejoramiento en los países que permitan el desarrollo de cultivares mejorados, adaptados a las condiciones específicas de los países y la región.
- b) Implementar políticas nacionales de mediano y largo plazo que apoyen sostenidamente las actividades de mejoramiento y conservación del germoplasma como forma de asegurar su utilización efectiva.
- c) Fortalecer y consolidar el trabajo en redes interdisciplinarias e interinstitucionales.
- d) Gestionar apoyo internacional para mantener los programas de mejoramiento en los países. Por mucho que los países se esfuercen por regular y facilitar el acceso al germoplasma, es necesario que se pueda asegurar una real utilización y capacidad de desarrollo del mismo para que el sistema global en general y el Sistema Multilateral del Tratado Internacional (TIRFAA) en particular funcionen efectivamente.
- e) Apoyar programas de mejoramiento e investigación en especies nativas que permitan su domesticación. En particular, programas de caracterización y evaluación, pero también estudios básicos de sistemas reproductivos, fisiología de semillas y métodos de propagación que permitan su cultivo e incorporación a sistemas productivos.
- f) Realizar o completar la caracterización y evaluación de las colecciones disponibles, tarea que es costosa debido a la necesidad de realizar muchas determinaciones en un gran número de accesiones, para lo cual se debe gestionar apoyo nacional, pero también se debe contar con apoyo internacional.
- g) Dado que el tamaño de las colecciones constituye una de las limitantes para poder conocerlas mejor y para mejorar su uso, impulsar el desarrollo de colecciones núcleo.
- h) Incentivar en el ámbito académico y de investigación el desarrollo de metodologías necesarias para efectivizar actividades de pre-mejoramiento:

- i) Generar y utilizar las herramientas biotecnológicas que permitan un mejor conocimiento del germoplasma y potencien su uso, tales como marcadores moleculares en general, mapeo asociativo, estudios de expresión genómica, etc. Fomentar el desarrollo de estrategias de mejoramiento asistido por marcadores moleculares Fomentar y apoyar la capacitación conjunta e interactiva entre actores del área biotecnológica y de mejoramiento genético.
- j) Explorar y fomentar programas de mejoramiento participativo, haciendo uso del conocimiento tradicional y práctico de los agricultores, en especial familiares, y atendiendo al valor y conocimiento que posee la mujer rural en ese proceso.
- k) Identificar, fomentar y apoyar estrategias complementarias de conservación *in situ-ex situ* de especies nativas y especialmente variedades locales adaptadas a los países y a la región.
- l) Propiciar el desarrollo de actividades de bioprospección, así como explorar y desarrollar alianzas con las industrias existentes que tengan la capacidad de aprovechar estos conocimientos para producir nuevos productos. Se requerirá una capacidad de innovación que puede ser propia o provista a través de una sólida articulación de los centros de investigación de cada país o de la región con el sector industrial y con el sector agrícola que adoptará el nuevo producto.
- m) En aquellas especies nativas que se utilicen en forma extractiva, desarrollar estrategias que permitan una extracción racional, sin afectar la variabilidad y permanencia de las poblaciones existentes.
- n) Explorar nuevos usos del germoplasma y los conocimientos asociados que lo valorizan, como por ej. desarrollar actividades de turismo rural y ecoturismo, o el desarrollo de mercados locales, ferias de semilla, ecoferias.
- ñ) Valorizar las variedades locales mediante el desarrollo de sellos, certificados de origen, y búsquedas de nuevos mercados, entre otras actividades de apoyo.
- o) Apoyar la identificación y uso de especies subutilizadas con el objetivo de permitir una diversificación productiva y brindando nuevas alternativas, tanto para la sustentabilidad de los sistemas agrícolas como para mejorar la seguridad alimentaria de agricultores familiares.
- p) Propender al desarrollo de germoplasma específico para atender nichos de mercados especializados.
- q) Explorar germoplasma que se adapte a sistemas agrícolas con restricciones o exigencias diferentes, en especial respuesta a cambios climáticos.
- r) Fomentar nuevos usos del germoplasma, relacionando con la industria de medicina natural y nutraceuticos, cosméticos, producción de enzimas para la industria de alimentos y otras industrias, biofertilizantes y biopesticidas, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

7.8

ABADIE, T., 2001. Desarrollo de colecciones núcleo en recursos fitogenéticos. *In* Berretta y Rivas, coord. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos, Montevideo, Uruguay, pp.101-109.

ABADIE, T. et al. 1998. A classification for Brazilian maize landraces. *Plant Genetic Resources Newsletter* 114:43-44.

- ALLARD, R.W. 1992. Predictive methods for germplasm identification. In H.T. Stalker and J.P. Murphy (eds) *Plant breeding in the 1990's*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp 119-146.
- BASIGALUP, D.H., BARNES, D.K. y STUCKER, R.E. 1995. Development of a Core Collection for perennial *Medicago* plant introductions. *Crops Sci.* 35:1163-1168.
- BOLAND, G.J., MELZER, N.M.S., HOPKIN, A., HIGGINS, M.S., y NASSUTH, A. 2004 Climate change and plant diseases in Ontario. *Can. J. Plant Pathol.* 26: 335-350.
- BROWN, A.H.D. 1989. The case for core collection. In *The use of plant genetic resources*. A.H.D. Brown, O.H. Frankel, D.R. Marshall and J.T. Williams (eds). Cambridge University Press, Cambridge, pp 136-156.
- BROWN, A.H.D. 1995. The core collection at the crossroads. In *Core collections of plant genetic resources*. Hodking, T., A.H.D. Brown, T.J.L. van Hintum and E.A.V. Morales, (eds). John Wiley and sons, New York, pp. 3-19.
- CORDEIRO, C.M.T. et ál. 1999. The Brazilian core collection of cassava. In: *Cassava Biotechnology*. Brasilia: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnología/CBN, 2000, pp. 102-110.
- CROSSA, J. et ál. 1994. Practical considerations for maintaining germplasm in maize. *Theor. Appl. Gen.* 89:89-95.
- CROSSA, J. et ál. 1995. The use of multivariate methods in developing a Core Collection. In *Core collections of plant genetic resources*. In Hodking, T., A.H.D. Brown, T.J.L. van Hintum and E.A.V. Morales, (eds). John Wiley and sons, New York, pp. 77-89.
- DALRYMPLE, D.G. 1986. Development and spread of high-yielding rice varieties in developing countries. Bureau for Science and Technology. Agency for International Development. Washington, D.C.
- DALRYMPLE, D.G. 1986 a Development and spread of high-yielding wheat varieties in developing countries. Bureau for Science and Technology. Agency for International Development. Washington, D.C.
- DUVICK, D.N. 1990. Genetic enhancement and plant breeding. In J. Janick and J.E. Simon (eds). *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, OR, pp 90-96.
- FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina, 46 p.
- FAO, 2007a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. p.114.
- FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et ál. 72 p.
- FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación, p.97.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia, p. 48.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) FAO, 2009a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A. da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V. Inglis, p.163.
- FORZZA, R.C.; BAUMGRATZ, J.F.A.; BICUDO, C.; CANHOS, D.A.L.; CARVALHO JR., A.A.; COSTA, A.F.; COSTA, D.P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P.M.; LOHMANN, L.G.; LUGHADHA, E.N.; MAIA, L.C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M.P.; NADRUZ-COELHO, M.A.; PEIXOTO, A.L.; PIRANI, J.R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L.P.; SOUZA, S.; SOUZA, V.C.; STEHMANN, J.R.; SYLVESTRE, L.; WALTER, B.M.T.; ZAPPI, D. 2010. Síntese da diversidade brasileira. In: FORZZA, R.C. et al. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v1, pp. 21-42
- FRANKEL, O.H., 1984. Genetic perspectives in germplasm conservation. In *Genetic manipulation: Impact on man and society*. Arber, W.K., K. Llimensee, W.J. Peacock, and P. Starlinger (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 161-170.
- FRANKEL, O.H. y A.H. BROWN, 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In *Crop Genetic resources: conservation and evaluation*. Holden J.H.A and Williams J.T. (eds) George Allen and Unwin, London, pp. 249-257.
- GEPTS P. 2004. Domestication as a long-term selection experiment. *Plant Breed Rev* 24: 1-44
- HAMON S. et ál 1995. Core collections-accomplishments and challenges. *Plant Breeding Abstracts* 1995 Vol 65 N° 8.
- HARCH, B. D. et ál. 1995. Patterns of diversity in fatty acid composition in the Australian groundnut germplasm collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 42:243-256.
- HINTUM, T.J.L.VAN 1995. Hierarchical approaches to the analysis of genetic diversity in crop plants. In *Core collections of plant genetic resources*. Hodking, T., A.H.D. Brown, T.J.L. van Hintum and E.A.V. Morales (eds). John Wiley and sons, New York, pp. 23-34.
- HINTUM, T.J.L.VAN 1999. The general methodology for creating a core collection. In: *Core collections for today and tomorrow*. Johnson, R.C. and T. Hodgkin, (eds). IPGRI, Rome, Italy, pp.10-17.

HOLBROOK, C.C., ANDERSON, W.F. Y R.N. PITTMAN, 1993. Selection of a Core collection from the u.s. Germplasm Collection of Peanut. *Crop Sci* 33: 859-861.

JARADAT, A. 1995. The dynamics of a core collection. *In: Core collections of plant genetic resources.* Hodking, T., A.H.D. Brown, T.J. L. van Hintum and E.A.V. Morales. (eds). John Wiley and sons, New York, pp. 179-186.

LEÓN-LOBOS, P. y CUBILLOS, A. 1997. Identificación y valoración de los recursos genéticos de Chile. *Noticiero de Biología* 5: 57-61.

MALOSETTI, M., ABADIE, T. y S. GERMAN, 2000. Comparing strategies for selecting a core subset for the Uruguayan barley collection. *Plan Genetic Resources Newsletter*, No. 121:20-26.

MAUNDER, A.B., 1992. Identification of useful germplasm for practical plant breeding programs. *In: H.T. Stalker and J.P. Murphy (eds) Proceedings of the Symposium on Plant Breeding in the 1990s.* CAB, UK, pp.147-169.

ORTIZ, R., RUIZ-TAPIA, E. N. y A. MUJICA-SANCHEZ. 1998. Sampling strategy for a core collection of Peruvian quinoa germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 96:475-483.

OYARZÚN, M. T. 2001. Sellos de calidad en alimentos, el caso de la Unión Europea y de Francia. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/calidad-sellos.pdf>

PABST, G. F. J. y DUNGS, F. 1975. *Orchidaceae Brasilienses. Band I.* Hildesheim: Brücke-Verlag Kurt Schmiersow, p.418.

PABST, G. F. J. y DUNGS, F. 1977. *Orchidaceae Brasilienses. Band II.* Hildesheim: Brücke-Verlag Kurt Schmiersow, p.408.

PICKERSGILL, B. (2007). Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Ann Bot* 100 (5):925-940.

PRITSCH, C. 2001. El pre-mejoramiento y la utilización de los recursos fitogenéticos. *In .. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur.* PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay. pp. 111-121.

REGENSUR. 2010 Perfil proyecto frutales nativos de clima templado. Montevideo, Uruguay.

RIVAS, M. 2007 Recursos Fitogenéticos Nativos de Uruguay. Sistema Nacional Áreas Protegidas. Montevideo, Uruguay.

ROSSO, B. S.; CASTAÑO, J.; TRAVERSO, J.; SCHENEITER, J.O. 2009. Evaluación de germoplasma del género *Bromus* en tres sitios de la región pampeana argentina. *Revista Argentina de Producción Animal.* Vol. 29(1): 27-35.

SEGUEL, I., Y P. LEON, 2004. Recursos fitogenéticos, conservación y valoración. *Tierra Adentro* (Jul – Ago), (57):10-15.

SPAGNOLETTI ZEULI, P.L., y C.O. QUALSET. 1993. Evaluation of five strategies for obtaining a core subset from a large genetic resource collection of durum wheat. *Theor. Appl. Genet.* 87: 295-304.

STUMPF, E.R.T., BARBIERI, R.L., HEIDEN, G. 2009. Cores e formas no Bioma Pampa – plantas ornamentais nativas. *Embrapa Clima Temperado, Pelotas.* 276 p.

STUMPF, E.R.T., HEIDEN, G., IGANCI, J.R.V., BARBIERI, R.L., CORRÊA, L.B., PERLEBERG, T., ROMANO, C.M., FISCHER, R.S., NEITZKE, R.S. Prospecting native ornamental plants in the Brazilian pampa for use in landscaping and floral art. *Science and Horticulture for People - Abstracts volume II (Symposia) – 28th International Horticultural Congress.* ISHS, Lisboa, p.394.

TANKSLEY, S. D. Y MCCOUCH, S.R. 1997. Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science* 277: 1063-1066.

SITIOS WEB:

FAO: <<ftp://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/factsheets/fs02.pdf>>

<http://km.fao.org/gipb/images/pdf_files/GIPB_Advocacy/Gipb_Leaflet_A4_ES.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente Brasil:

<<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=111>>

DOCUMENTACION E INFORMACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS



Julio Tillería: julio@irecbio.inta.gov.ar

Luis Enrique Robledo: luisenriquerobledo@yahoo.com

Víctor Santander: dia@mag.gov.py

INTRODUCCIÓN

El conocimiento que se tiene sobre el uso de los recursos genéticos es lo que le ha conferido valor a través de la historia de la humanidad. Dicho conocimiento fue transmitido en forma oral durante miles de años, y luego en forma de diversos documentos, cuando se dispuso de escritura. La documentación y sistematización de la información es un hecho relativamente reciente, y hace apenas medio siglo que se comenzaron a utilizar bases computarizadas. Con la rápida evolución de las herramientas informáticas, se han desarrollado diversos *software* que han facilitado enormemente el manejo y tratamiento de datos e informaciones para el manejo de las colecciones de germoplasma.

ANTECEDENTES

Se denomina documentación a la organización de la información, siendo un componente básico y fundamental para tomar decisiones respecto al manejo y uso de los recursos genéticos. El término documentación incluye todos los procesos necesarios para recopilar, organizar, analizar y distribuir la información sobre los recursos fitogenéticos. Contiene para una especie o grupo de especies datos sobre estatus taxonómico, estado de conservación y datos de caracterización, entre otros. La actividad de documentación de recursos genéticos debe prever incluir todas las formas en que las especies se encuentren y no quedar restringida al manejo de una estructura tradicional de banco de germoplasma, asociado generalmente a semillas. Incluyen las colecciones 'a campo', colecciones *in situ*, cultivos de tejidos, colecciones de ADN, y de herbarios asociados a materiales conservados. La documentación incluye también la información sobre variedades criollas de especies introducidas, muchas de ellas conservadas en fincas de agricultores; la de parientes silvestres afines a las cultivadas y la de especies silvestres reconocidas como potenciales recursos genéticos. A este cúmulo de información también deben integrarse los datos de evaluación agronómica realizada por mejoradores, fitopatólogos, la información generada por químicos, citogenetistas, etc., así como la contenida en las publicaciones existentes.

La documentación comprende la obtención, almacenamiento, procesamiento, análisis y difusión de los datos e informaciones, tanto por métodos manuales como computarizados relacionados con las actividades de: 1) ampliación de la variabilidad genética disponible (por medio de colectas, mejoramiento genético, métodos biotecnológicos); 2) conservación *in situ* (en áreas protegidas y en predios rurales o fincas); 3) conocimiento asociado al uso de esos recursos genéticos; 4) conservación *ex situ* (banco de mediano y largo plazo, *in vitro*, colecciones de campo, colecciones de ADN, etc.); 5) estado de las colecciones (inventario, viabilidad, % de germinación, poder germinativo, número de semillas, peso de muestra, etc.), así como actividades de regeneración y/o multiplicación llevadas a cabo; 6) caracterización (morfológica, química, molecular, otras.); 7) evaluación agronómica (caracteres cuantitativos).

Un sistema de documentación correctamente diseñado debe permitir el acceso de *links* internos y externos, y facilitar el almacenamiento y recuperación de objetos digitales, tales como imágenes, hojas de cálculo, pdf, etc.). El valor de la información de los sistemas de documentación es sustancialmente mayor si se incorporan datos de las evaluaciones de los mejoradores, caracterizaciones bioquímicas, citogenéticas, fitopatológicas y otras. Mucha de esta información no ha sido adecuadamente

documentada, ya que una gran proporción de los datos disponibles fueron tomados previos a la era informática y se encuentra aún en carpetas de campo.

Una característica valiosa de un sistema de documentación es la capacidad de importar y exportar datos mediante planillas electrónicas para actualización y consulta. Esto agiliza enormemente la carga de las bases de datos e incentiva el uso del sistema. Un sistema de documentación no es un sistema para el análisis de materiales de ensayos en la etapa de mejoramiento, sino que es para el registro de datos que aporten al conocimiento del germoplasma y promover su uso.

La rápida evolución y diseminación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) proveen en la actualidad excelentes mecanismos confiables y probados que son usados para los sistemas de información. Las aplicaciones web son herramientas de software que facilitan el acceso a la información para fines de mantenimiento y consultas de las bases de datos independientemente de la ubicación geográfica del usuario. Más recientemente, la difusión del uso de dispositivos móviles agrega más oportunidades al acceso remoto de la información.

Un sistema de documentación, en el presente, debe concebirse como un servicio web con dos componentes bien definidos: 1) una herramienta curatorial para la administración y consulta de las bases de datos reservada exclusivamente para los grupos responsables de colecciones o bancos de germoplasma. El soporte de datos mediante gestores de bases de datos SQL constituye el medio más eficaz conocido; 2) un sitio web o portal público para acceder a la información de las bases de datos. La información accesible será aquella que el curador haya calificado con los atributos de visibilidad adecuados en cada caso. Hay información meramente curatorial que tampoco califica para ser publicada en el portal. Los sistemas de documentación deben tener la capacidad de plasmar las políticas de confidencialidad que determina cada institución sin perjudicar la digitalización y el uso de los datos internamente dentro del grupo de responsables de cada cultivo o personal autorizado.

Los procedimientos y las herramientas utilizadas para organizar la documentación varían entre instituciones y países, en función de sus objetivos, particularidades, estructura organizativa y recursos disponibles. El volumen de información que se genera hoy sobre los recursos fitogenéticos es muy abundante, de modo que si no se cuenta con un sistema de documentación eficiente que permita un manejo automatizado y estandarizado de la información, el manejo y utilización de la información es desaprovechada.

Información se refiere al significado que surge luego del registro, clasificación, organización, relacionamiento e interpretación de los datos tomados. Los datos carecen de significado hasta que no son acompañados de la información que los describe, o que los relaciona y compara con un testigo. Los datos pueden ser registrados de diferente manera, y la forma en que son registrados puede afectar el tipo y la utilidad de la información resultante. El objetivo de un sistema de información en recursos genéticos es reunir, almacenar y disponer en forma accesible las informaciones sobre el germoplasma para que pueda ser utilizado por la investigación agropecuaria en general y los programas de mejora en particular.

El disponer de información de colecciones correctamente documentadas permite establecer prioridades, planificar actividades, hacer más eficiente la investigación y el mejoramiento genético, disminuyendo la duplicación de esfuerzos y realizando un uso más racional de los recursos disponibles.

El Artículo 17 del Convenio de Diversidad Biológica, la Actividad 17 del Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

(PAM) y el Artículo 17 del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) resaltan la importancia de contar con un sistema de información que permita el intercambio de información sobre recursos genéticos a nivel global. La entrada en vigor del TIRFAA ha promovido y facilitado el acceso a la información disponible, situación que se constata actualmente en el acceso a la información existente en los Centros Internacionales. A nivel de la Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación de FAO se acordó apoyar en los países el denominado Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, que ha sido creado en la mayoría de los países al momento con apoyo de FAO. Dicho mecanismo es una red compuesta por las instituciones y organizaciones nacionales que conservan y/o utilizan recursos fitogenéticos. Su objetivo es intercambiar información relacionada a dichos recursos, en una forma homogénea y que puede ser actualizada periódicamente, así como facilitar el seguimiento en los países de la aplicación del PAM. Dicho seguimiento es realizado bajo la gestión y coordinación de cada país.

El Segundo Informe Mundial sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFGAA) publicado en 2009 establece que aunque en general ha habido una mejora en el acceso a la información respecto al Primer Informe (1996), este factor continúa siendo un obstáculo sustancial para el aumento de la utilización de los RFGAA en mejoramiento genético e investigación agrícola. Menciona que en muchos casos donde existen datos de caracterización y aún sistemas de documentación, se constatan problemas frecuentes en la estandarización, hasta para la información básica de pasaporte. Por otro lado, también se manifiesta que un número interesante de bancos de germoplasma nacionales tienen publicada información de sus colecciones en la web y aún facilitan y permiten realizar solicitudes de materiales en línea. Sin embargo, se señala un desbalance pronunciado entre regiones, y entre países dentro de regiones, donde aún la mayoría de los países no disponen de un sistema nacional integrado de información en recursos genéticos que involucre todas las instituciones y organizaciones nacionales.

8.3

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DEL CONO SUR

A nivel regional, la situación es variable. **Argentina** dispone de un sistema de información (DBGERMO), ya consolidado en la mayoría de los bancos de germoplasma de la Red de Bancos de INTA. Actualmente, diversos proyectos de INTA facilitan el desarrollo de una nueva herramienta curatorial (DBGERMO web), y de un portal público específico. DBGERMO web se encuentra en su etapa de implementación y la migración de las bases de datos desde la plataforma anterior se hace automáticamente mediante utilitarios específicamente desarrollados para ese fin. La tecnología adoptada para el desarrollo de DBGERMO web es de código abierto, multiplataforma, y gestor SQL para administración de datos. Las áreas de documentación que cubre el sistema son: registro de datos, misiones de colecta, colectas, lugares, suelos, administración de objetos digitales, inventario de semillas y plantas, poder germinativo, multiplicación, regeneración, caracterización, evaluación y consultas curatoriales. Sobresalen su versatilidad, operación multiplataforma, sustentabilidad y fácil acceso a la información. El banco base, por tener una función diferente a los bancos activos, requiere de una herramienta curatorial distinta, la que está en proceso de actualización. El Segundo Informe Mundial sobre los RFGAA menciona que varios países de América Latina han adoptado o están migrando sus datos a DBGERMO, entre ellos los institutos de investigación y/o docencia en Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y CATIE e INTA en Costa Rica.

Para la documentación en **Bolivia**, los bancos de germoplasma utilizan sistemas manuales y electrónicos. Los formularios manuales son los de recolección, libros de datos de pasaporte, libros de datos de caracterización y evaluación, libros de campo, libros de registro de movimiento de semilla y muestras de herbarios. Como sistema de documentación electrónica se ha usado pcGRIN, encontrándose en planillas Excel, los datos de pasaporte, caracterización y evaluación, identificación taxonómica, datos de valor nutritivos, así como los datos de inventario (cantidad de semillas, % de germinación de las accesiones, etc.). Se dispone de información relacionada a conservación *in situ* y *ex situ*. Actualmente se está instalando en los bancos de germoplasma el software SIRGEN, programa que considera los elementos de información espacial, no espacial y sistemas de información geográfica. En los bancos no pertenecientes al Sistema Nacional la documentación es incompleta. Se han editado catálogos con datos de pasaporte y caracterización en maíz, amaranto, frijoles nativos, ajíes, cucúrbitas, lupinos, quinua, cañahua, papas nativas, así como de raíces andinas, incluyendo arracacha y yacón. También se han realizado catálogos etnobotánicos de papas nativas de Potosí y un atlas de especies silvestres cultivadas de papa.

Brasil ha desarrollado el Sistema Brasileiro de Información en Recursos Genéticos (SIBRARGEN). Inicialmente, el SIBRARGEN estuvo basado en herramientas Oracle. Y fue utilizado internamente en EMBRAPA. Fue diseñado para establecer y mantener un banco de datos institucionalizado, que es alimentado de forma descentralizada por los curadores, vía Internet. El Sistema está compuesto por diferentes módulos (animal, microbiano y vegetal), que almacenan la información obtenida en las actividades de ampliación de variabilidad, conservación, caracterización y evaluación de la variabilidad genética, intercambio/cuarentena, además de incluir bases de datos de referencia, tales como taxonomía, instituciones colaboradoras, etc. Actualmente el sistema está en revisión, para el uso de herramientas de tecnologías de la información (TI) más modernas y adecuación a las bases de datos internacionales. Como Brasil es signatario del TIRFAA, parte de la información, principalmente de los cultivos incluidos en el Anexo I del Tratado, está, gradualmente, siendo insertada en su portal web⁶. Se espera que otras instituciones brasileras aporten informaciones y hagan uso del sistema y de la información ya disponible.

Chile reporta que las colecciones conservadas en los bancos de germoplasma poseen al menos datos de pasaporte, aunque no existe disponibilidad de antecedentes acerca de la calidad y nivel de la información de los datos de pasaporte. El nivel de documentación de las colecciones conservadas en Chile es escaso, y el uso de bases de datos específicas para el manejo de la información aún es restringido. Aunque 10 de los 39 centros que manejan colecciones poseen base de datos específica, ninguna puede ser consultada en línea. El almacenamiento de la información se hace en su mayoría a través de planillas Excel o similares. El INIA se encuentra en proceso de adopción del software DBGERMO, sistema de documentación de INTA Argentina, quien lo ha ofrecido gratuitamente a los países de la región. Se han ingresado a dicho sistema datos de pasaporte y caracterización de las colecciones de trigo, murtilla y especies forrajeras. En lo que respecta a la caracterización, se reporta que sólo un 46% de las accesiones conservadas en los bancos de germoplasma del país poseen algún tipo de caracterización morfológica o agronómica, y sólo un 7% posee caracterización bioquímica o molecular. Sin embargo, algunas colecciones como las de maíz, porotos y papas están completamente caracterizadas y otras, como las de trigo, avena, cebada y leguminosas de grano se encuentran parcialmente caracterizadas, en su mayoría por medio de descriptores agronómicos básicos y de calidad. Gran parte

6 Ver: <http://tirfaa.cenargen.embrapa.br>

de los datos de caracterización se encuentran en los libros de campo de los mejoradores. La divulgación de la información es variable, pero existe escasa publicación de catálogos y boletines.

Paraguay reporta que la documentación y el acceso a la información sobre recursos fitogenéticos es un tema crítico para el país. Por un lado, cada institución posee su propio sistema de documentación, por lo que existen formas diversas de documentar la información disponible, la cual se encuentra dispersa, y en general en manos de los mejoradores. Sólo las colecciones de maíz y maní poseen datos de pasaporte y caracterización. En el CRIA se ha desarrollado una base de datos en *Microsoft Access* para la colección de soja. Paraguay menciona la posibilidad de incorporar sus datos al Sistema DBGERMO.

En **Uruguay** varios sistemas de información y documentación han sido evaluados, incluidos el GMS, suministrado por IPGRI, y el pcGRIN, facilitado por el IPGRI/USDA. Al no continuarse con las actualizaciones necesarias, la información se organizó en *Microsoft Access*. Actualmente INIA se encuentra en proceso de migrar la información al sistema DBGERMO. Este punto es considerado crítico para la implementación efectiva del acceso y utilización de las colecciones de germoplasma, ya que si bien la base de datos se encuentra relativamente completa para los datos de pasaporte, se estima que un 20% de las accesiones tiene la caracterización disponible en forma electrónica. En la Facultad de Agronomía la documentación de las colecciones se encuentra en su mayoría en *Microsoft Access*, con datos de stock y pasaporte. Los mejoradores mantienen en forma paralela la documentación de diferentes cultivos (cebada, maíz, hortícolas, frutícolas y forrajeras nativas). Se están haciendo esfuerzos en el país para trabajar con un mismo sistema de documentación que facilite y/o permita intercambio de información.

8.4

ESTRATEGIA PROPUESTA

- a) Para el conocimiento, acceso y utilización de los recursos fitogenéticos de la región, resulta estratégico contar con un sistema de información que permita el desarrollo y valorización de los mismos. Se debe poder acceder a la información de forma sencilla, ágil y amigable, a través de la adopción de sistemas de documentación e información estandarizados. El sistema debe facilitar también la elaboración y análisis posterior a diferentes niveles.
- b) Cada país adoptará el sistema que mejor responda a sus necesidades y requerimientos. Para ello puede elegir uno ya existente o desarrollar el propio. La adopción de uno existente debe asegurar el compromiso de mantenimiento y actualización. El desarrollo de uno propio implica además su permanente actualización y adaptación a las nuevas tecnologías que emergen.
- c) Sería recomendable que las diferentes instituciones y organizaciones nacionales adoptaran el mismo sistema de documentación o sistemas compatibles para facilitar el intercambio de información y poder integrar la información que cada institución posee en bases de datos de carácter nacional.
- d) Los sistemas adoptados a nivel regional deben poseer plataformas compatibles o la interfase necesaria que permita un intercambio fluido de información.
- e) El desarrollo e implementación de un sistema debe satisfacer las siguientes condiciones: 1) manejo estandarizado de la información; 2) ser independiente de los cultivos; 3) ser amigable (de fácil manejo); 4) adecuarse al lenguaje del usuario;

- 5) ser flexible y económicamente accesible; 6) ser rápido y eficiente; 7) permitir un ágil acceso a la información de forma que facilite la elaboración de estudios y análisis, así como su posterior difusión; 8) proteger la confiabilidad de la información del usuario y la confidencialidad si corresponde; 9) respetar los derechos de propiedad intelectual.
- f) Para asegurar la comunicabilidad entre instituciones de los países y la región, es primordial la definición y priorización de descriptores comunes en las especies de interés regional.
- g) Sería recomendable la creación de bases de datos regionales para las especies de interés común así como la definición de estándares para su documentación.
- h) Es requisito previo proveer del equipamiento mínimo compatible con el desarrollo de un sistema de documentación e información nacional y regional.
- i) Es necesario propiciar la publicación de la información generada que esté disponible a la comunidad científica, y promover la generación de materiales que sintetizen dicha información como catálogos, libros o revisiones en temas específicos, y la realización de actividades por área temática y/o especies.
- j) Dado el dinamismo de la informática, se deben fortalecer las actividades permanentes de capacitación en el tema para asegurar la actualización periódica de los especialistas y técnicos encargados de la documentación e información de los recursos genéticos. En la capacitación se deben integrar los perfiles complementarios de los técnicos involucrados (analista/documentalista/especialista de cada especie).
- k) Sería conveniente propiciar y buscar la articulación entre las instituciones y organizaciones regionales e internacionales que tienen iniciativas en el tema a los efectos de potenciar acciones y racionalizar la utilización de los escasos recursos humanos y materiales disponibles.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

8.5

CAJUEIRO, E.V. de M.; MONTEIRO, J. 1999. Sistema Brasileiro de Informacao de Recursos Genéticos (SIBRARGEN). SIRGEALC, Brasil.

ESTRELLA, J. 1994. Sistema de Documentación de Ecuador. *In*. Curso/Taller Documentación en Recursos Fitogenéticos. CIAT/IPGRI, Colombia.

FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la Declaración de Leipzig. Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Leipzig. Alemania. 64 pp.

FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. 46 p.

FAO, 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. Condón, M. Rivas. Ed. 114 p.

FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et al. 72 p.

FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97 p.

FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.

FAO, 2009a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V. Inglis. 163 p.

HIDALGO, R. 1994. Estandarización de conceptos básicos sobre documentación de recursos fitogenéticos. *In*: Curso/Taller Documentación en recursos fitogenéticos. Colombia, CIAT/IPGRI.

- KNÜPFER, H.** 1995. Central crop databases. *In* van Hintum, T.J.L, M.W.M.Jongen and T. Hazekamp (ed.) Standardization in Plant Genetic Resources Documentation. Report of Second Technical Meeting of Focal Points for Documentation in East European Genebanks, Centre for Genetic Resources. (CNG). The Netherlands.
- MORALES, E.A.V.** 1988. Documentação e informação de recursos genéticos. *In* Anais. Encontro sobre recursos genéticos, 1. UNESP/EMBRAPA-CENARGEN. Brasil.
- MORALES, E.A.V.** 1989. Registro y documentación de germoplasma. *In*: Curso de tecnología de semillas para bancos de germoplasma. CENARGEN. Brasilia, Brasil.
- PAINTING, K.A., PERRY M.C., DENNING, R.A. y AYAD, W.G.** 1993. Guía para la Documentación de Recursos Genéticos. Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma. Italia. 309 pp.
- PERRY, M.C.; PAINTING, K.A.; AYAD, W.G.** 1993. Genebank Management System (GMS). IBPGR. Roma. Italia.
- SANTANDER, V.**, Documentación e información de recursos fitogenéticos. . *In* Berretta y Rivas, coord.. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay.p. 123-132.
- TILLERÍA, J., A. ZAMUZ. N. PANIEGO y M. LUJÁN.** 2009. El Sistema DBGERMOWeb para la Documentación de Colecciones Vegetales. *In* VII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. Pucón, Chile, pp. 472-473.
- USDA.** 1993. PCGRIN. Germplasm Resources Information Network Data Query System for the PC. U.S. Department of Agricultural Research Service, ARS-108.85 p.

MARCO POLÍTICO Y NORMATIVO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS



Marcelo Ferrer: mferrer@pergamino.inta.gov.ar
Ana Berretta: aberretta@dn.inia.org.uy

El valor económico y estratégico de la diversidad biológica y en particular de los recursos fitogenéticos (RRFF) es innegable, derivándose importantes beneficios de su utilización. La diversidad genética presente en las especies vegetales es la materia prima de diversas industrias, entre otras la semillerista, la farmacéutica y la cosmética. ¿Cuánto vale un gen que confiere resistencia a una enfermedad en un cultivo?, ¿Cuánto vale una molécula que dará lugar a un nuevo medicamento?, ¿Cuánto vale una nueva esencia que dará lugar a un perfume de renombre?

El valor de los RRFF para la agricultura y la alimentación es innegable para la seguridad alimentaria. Éstos fueron identificados, seleccionados, domesticados y mejorados por los agricultores alrededor del mundo, generando variedades adaptadas a las condiciones ambientales locales, en equilibrio con factores bióticos y abióticos. Fueron intercambiados entre agricultores desde hace miles de años, dando lugar a incorporaciones de nuevos materiales y genes, lo que generó un proceso evolutivo permanente en respuesta a las necesidades de cultivar estos materiales en sus ambientes particulares. Las actividades de conservación, selección e intercambio de semillas fueron y son fundamentales para que los agricultores obtengan variedades adaptadas a las condiciones ambientales y climáticas locales.

Un grupo muy importante de recursos genéticos lo constituyen los parientes silvestres de los cultivos. Estas poblaciones silvestres diversas son portadoras de genes valiosos de adaptación (resistencia a enfermedades y plagas, resistencia a sequía, a suelos ácidos, etc.) y se pueden utilizar en el mejoramiento genético, por lo que tienen gran valor para la agricultura y la alimentación.

Por otra parte, el enorme potencial que encierran las especies silvestres para su domesticación y utilización ha sido aun muy poco explorado, y es totalmente insuficiente lo que se conoce de la biodiversidad silvestre en los países de la región. Sobre este grupo probablemente se centren los principales esfuerzos científicos y tecnológicos en las próximas décadas, e indudablemente el acceso a los mismos suscita grandes controversias.

Hasta hace no muchos años, la principal forma de obtención de RRFF era exclusivamente a través de las semillas o de órganos de reproducción vegetativa que permitieran la multiplicación del material. Esto ha cambiado debido a la generación de tecnologías que permiten no sólo aislar genes, sino también moléculas que luego pueden ser sintetizadas de forma industrial.

Ningún país es autosuficiente en lo que se refiere a los RRFF para la alimentación y la agricultura. En la mayoría de los casos, la producción agropecuaria, incluso en países que son o están situados en los centros de diversidad, depende de productos que no son originarios de ese país. Los RRFF estuvieron entre los motivos de las grandes conquistas, así por ejemplo llegó la papa, el maíz y el tomate a Europa; y el trigo, la cebada y la avena del Cercano Oriente a Europa y desde allí a América. Fueron libremente intercambiados por siglos entre los agricultores. Así fue reconocido por el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, acordado por los países en 1983 en el ámbito de la FAO. El mismo se basaba en el libre acceso a los RRFF, considerándolos un bien de la humanidad. De todas formas en esa época la controversia ya estaba planteada, ¿por qué se podían obtener los recursos fitogenéticos de forma

gratuita si se debe pagar por la semilla de los cultivares o por un medicamento o un perfume que se obtiene a partir de ellos?

Los derechos del obtentor o mejorador y las patentes han sido desarrollados ampliamente en los últimos treinta años, mientras que los derechos del agricultor, que provienen de la contribución pasada, presente y futura de los agricultores a la conservación, mejora y disponibilidad de los RRFF no han sido aún implementados. Paralelamente a esta inequidad entre ambos derechos, el debate internacional sobre acceso a los recursos genéticos lleva más de quince años. A continuación se presentan los principales elementos que hacen a este debate para contribuir a una propuesta de estrategia regional.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

9.2

Los derechos de propiedad intelectual (DPI) han sido reconocidos por diversas convenciones internacionales, a partir de la Convención de París (Protección de la Propiedad Industrial), y diversas negociaciones posteriores han ido ajustando dichos derechos a los diferentes ámbitos.

La propiedad intelectual ha sufrido en los últimos años importantes cambios que se reflejan en la mayor parte de los países de América Latina, principalmente en torno a la expansión de la protección a nuevos campos tecnológicos. La universalización de estándares mínimos de protección para la mayor parte de las áreas de la propiedad intelectual, es un fenómeno relativamente reciente.

Los DPI que competen más directamente a las especies vegetales se han manejado en el ámbito de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC), en el cual se han acordado los Acuerdos sobre Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC o TRIP en inglés), aprobados en la Ronda Uruguay del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por su sigla en inglés) en 1994. Este acuerdo establece estándares mínimos en materia de patentes, y en su Artículo 27.3 b habilita a los Miembros de la OMC a excluir del régimen de patentabilidad a las plantas y animales, no así a los microorganismos. También se habilita a excluir a los procesos esencialmente biológicos para la producción de plantas o animales, pero no a los no biológicos ni microbiológicos. La protección a las variedades vegetales se convierte en un requisito.

Derechos de obtentor

El derecho del obtentor o mejorador reconoce los logros de los obtentores de nuevas variedades vegetales mediante la concesión, durante un plazo limitado, de un derecho exclusivo a cambio del pago de una regalía (*royalty*), entendida como el beneficio o cuantía que se paga al propietario de un derecho a cambio del uso que se hace de él. En los vegetales se han desarrollado dos grandes formas de DPI: patentes, y métodos '*sui generis*', dentro de los cuales el más extendido es el del Convenio para la Protección de los Obtentores Vegetales de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, por su sigla en inglés), que fue suscripto en 1961, y revisado mediante las Actas de 1972, 1978 y 1991. El Acta de 1978 entró en vigor en 1981, y la de 1991 en abril de 1998, habiéndose dado un período de un año a partir de esta fecha para que los países que quisieran se

adhirieran al Acta 1978. A partir de abril de 1999, todo país que desee adherirse a UPOV lo debe hacer al Acta 1991. El convenio está regido por el principio de ‘trato nacional’, que implica que todos los nacionales de cualquier parte contratante tienen derecho a un trato igual a los nacionales de cualquier otra parte contratante en lo referente a concesión y protección de derechos de obtentor. El objetivo de brindar la protección es impedir que otros produzcan, comercialicen o utilicen el material de reproducción de la variedad (cultivar) protegida sin autorización previa del titular. Para que se concedan derechos de obtentor la nueva variedad debe ser diferente, homogénea y estable. En el Acta de 1978 se establece que la duración de la protección calculada a partir de la fecha de concesión del título de protección sea de 18 años como mínimo para las vides y los árboles, incluidas sus porta injertos, y de 15 años para todas las demás plantas. El Acta de 1991 amplía esas duraciones mínimas a 25 años y 20 años respectivamente.

El Acta de UPOV 91 establece una condición que UPOV 78 no considera y es la de ‘novedad’, entendiéndose bajo este criterio que en el momento de la solicitud de protección, la variedad no debe haber sido ofrecida en venta ni comercializada previamente. También esta acta introduce el concepto de variedad “esencialmente derivada”, que conlleva a que las variedades obtenidas por selección de un mutante, variación somaclonal, retrocruzamiento o transformación por ingeniería genética de una variedad protegida, deben solicitar autorización y pagar regalías al obtentor de la variedad original.

Las diferencias entre las Actas de UPOV/78 y UPOV/ 91 son objeto de grandes discusiones en el ámbito internacional. La mayor controversia ocurre porque el acta del 91 estaría en contradicción con la aplicación del derecho y privilegio del agricultor. El acta de UPOV/78 permite que los agricultores realicen actividades con los materiales de propagación o reproducción de variedades protegidas, siempre y cuando no implique actividades de comercialización. Esta visión del privilegio del agricultor, otorga a los agricultores mayores garantías en cuanto a su seguridad alimentaria y les permite no depender de la compra de semilla para realizar sus cultivos. Por su parte, el acta de UPOV/91 tiene una aproximación más restringida a este tema, en cuanto deja esta decisión al obtentor y reduce los privilegios más importantes, aunque los Gobiernos nacionales pueden también incidir en el alcance en esta materia. Esta diferencia tiene por supuesto grandes implicancias para los campesinos y agricultores, tanto en su actividad productiva como en su seguridad alimentaria. Así mismo el tema genera controversia debido al interés que pueden tener algunos grupos económicos en que los países adopten el acta de 1991 y no UPOV/78.

El Convenio de la UPOV es el acuerdo de mayor relevancia a nivel internacional en materia de los derechos de los obtentores; sin embargo, no está pensado para proteger los derechos sobre las variedades locales que tienen los grupos de pequeños agricultores y comunidades indígenas, dado que las contribuciones al fitomejoramiento hechas por estos grupos no cumplen generalmente con los requisitos de registro fijados por la UPOV, aunque para algunos especialistas UPOV 78 ofrece una mayor flexibilidad para proteger los derechos de los agricultores.

En los países del Cono Sur, las nuevas variedades vegetales se protegen mediante derechos de obtentor, estando todos los países adheridos al Acta 78 de UPOV.

En **Argentina**, la protección de variedades vegetales se rige por la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas N°. 20.247 aprobada en 1973, y la reglamentación correspondiente por el Decreto 2183 aprobado en 1991. El Convenio UPOV, Acta 78, fue

aprobado en 1994, por la Ley N°. 24.376. El Instituto Nacional de Semillas (INASE), que depende del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, es el responsable del Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares, existiendo una Comisión Nacional de Semillas, de carácter asesor, integrada por representantes de los sectores productivos y del comercio de semillas. La protección para todas las especies se extiende por veinte años.

En **Bolivia** se aplica la decisión 345 aprobada en 1993, de la comunidad andina con el rango de ley nacional, siendo el instrumento de mayor valor legal a la hora de la aplicación del sistema y de aplicar la observancia del derecho del obtentor. En 1999 Bolivia aprueba su adhesión al Convenio Internacional sobre la Protección de las Obtenciones Vegetales de la UPOV (Acta 78). En el año 2008, por Decreto Supremo N° 29611 se crea, bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), como la única instancia de investigación acreditada, en actividades de intercambio científico y tecnológico, a nivel nacional e internacional. Es la autoridad competente para administrar el Sistema Nacional de Recursos Genéticos Agrícolas, Pecuarios, Acuícola y Forestales, Bancos de Germoplasma y Centros de Investigación. En ese sentido, la aplicación del régimen de protección es competencia de esta institución, refrendadas e incorporadas en las políticas de desarrollo rural integral del Estado en la nueva Constitución Política del Estado.

En **Brasil**, se aplica la Ley de Proteção de Cultivares N° 9.456 de 25 de abril de 1997 y el Decreto N° 2.366, de 5 de noviembre de 1997. Brasil adhirió a UPOV 78, pero también incluye en su legislación el concepto de “variedad esencialmente derivada”, como lo define UPOV 91. La aplicación del régimen de protección es competencia del Servicio Nacional de Protección de Cultivares (SNPC), dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA, por su sigla en portugués), el cual realiza el Registro Nacional de Cultivares Protegidas. En el seno del MAPA se creó, en carácter consultivo y de asesoramiento, la Comisión Nacional de Protección de Cultivares, presidido por el titular del SNPC, donde se encuentran representados los sectores públicos y privados (Brasil, 2008). La protección se expide por 18 años para vid, árboles frutales, forestales y ornamentales, y por 15 años para algodón, arroz, batata, caña de azúcar, frijol, maíz, soja, sorgo y trigo.

En **Chile**, la protección de variedades vegetales se rige por el Decreto Ley N° 1.764, de 1977, la Ley N° 19.3542 de 1994 y el Decreto 373, que reglamenta esta Ley. Chile ha adherido a UPOV 78. El Registro de Variedades protegidas es realizado por el Departamento de Semillas, del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Existe un Comité Calificador, integrado por especialistas en genética, botánica o agronomía, designado por el MINAGRI, que verifica que una variedad sobre la que se solicita registro cumpla con los requisitos establecidos por la ley. La protección se expide por 18 años para vides y árboles y por 15 años para el resto de las especies.

En **Paraguay**, la protección se rige mediante la Ley N° 385 de 1994 (Ley de Semillas y Protección de Cultivares), y la Resolución del Ministerio de Agricultura y Ganadería N° 38 de 1996. Paraguay adhirió a UPOV 78 mediante la Ley N° 688 de 1996. El Registro Nacional de Cultivares es realizado por el Departamento de Registro de Cultivares de la Dirección de Semillas, dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Existe un Comité Técnico Calificador para cada especie y un Consejo Nacional de Semillas, de carácter asesor, integrado por el sector público y privado. La protección

se extiende por 18 años para vides y árboles y por 15 años para algodón, arroz, canola, girasol, maíz, soja, sorgo y trigo.

En **Uruguay**, todo lo referente a las obtenciones vegetales o nuevos cultivares es competencia del Instituto Nacional de Semillas, persona jurídica de derecho público no estatal, que se vincula y coordina con el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (Artículos: 2, 3, 14 y concordantes de la Ley 16.811). Uruguay ha adoptado la Convención de UPOV, versión 1978, que protege el Derecho de los Obtentores, mediante la Ley 15.173 de 1981 y la Ley 15.554 de 1984. Para todas las especies, la protección se expide por un mínimo de 15 años y un máximo de 20.

Variedades registradas y/o protegidas en los países del Cono Sur

PAÍS	Variedades registradas	Variedades protegidas
Argentina	7594	1657
Bolivia	633	17
Brasil	25.871	1.531
Chile		637
Paraguay	473	261
Uruguay	886	218

Fuente: Labarta, 2010, Flores, 2010; Aviani, D., 2010; Agüero, 2010, <www.senave.gov.py>; <<http://www.inase.org.uy/>>

Patentes

Una patente es una concesión emitida por un Gobierno a un inventor, que excluye a otras personas de fabricar, usar o vender un invento sin negociar el pago de regalías al detentor de la patente. Es un monopolio limitado sobre la ‘aplicación’ de cierta idea, aplicación que debe ser original, novedosa, no obvia y útil. Según ADPIC (Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados al comercio de la Organización Mundial del Comercio- OMC-, conocido como TRIPS por su sigla en inglés), las plantas y animales pueden excluirse de ser patentadas, no así los microorganismos. Para las variedades vegetales, los miembros del acuerdo deberán protegerlas, sea vía patentes o por un sistema ‘sui generis’ como el del sistema UPOV (derechos del obtentor).

Existen diferencias importantes en cuanto al objeto y alcance de la protección conferida por derechos de obtentor y patentes. Una de las diferencias importantes es sobre las excepciones admitidas por uno y otro. En el caso de derechos de obtentor, se aceptan dos elementos, como son la excepción del fitomejorador y el privilegio del agricultor. En general, puede considerarse que los derechos del obtentor se dirigen principalmente a quienes realizan mejoramiento genético, mientras que el régimen de patentes se adapta a los intereses de las empresas que disponen de capacidad en ingeniería genética. Otra diferencia sustancial es que las patentes pueden ser conferidas a genes, células y plantas individuales; no así los derechos del obtentor que cubren exclusivamente a las variedades.

Tanto Estados Unidos como Europa han aceptado el patentamiento de seres vivos, aunque en épocas diferentes. En Estados Unidos, la Oficina de Patentes y Marcas consideraba a los productos naturales y a los organismos vivos como productos de la naturaleza, y por ende, no susceptibles de ser patentados. La primera excepción tuvo lugar en 1873 cuando, a Louis Pasteur se le concedió la patente #141072 a un proceso que involucraba levaduras. En 1977, la Corte de Apelaciones de EEUU reconoció que los productos naturales *per se* no podían ser patentados, pero que se podría otorgar algún tipo de protección cuando se tratara de una nueva forma o composición. Esto derivó en el reconocimiento de que los productos naturales, aislados de su entorno natural, eran considerados nuevos, y por lo tanto patentables.

En 1980, un fallo de la Suprema Corte de los Estados Unidos, permitió patentar una bacteria, abriendo la posibilidad del patentamiento de todo organismo alterado por intervención humana. Interpretaciones posteriores basadas en ese fallo, extendieron la patentabilidad a genes y secuencias de ADN, siempre que reúnan los requisitos de novedad, 'altura inventiva' y aplicación industrial, y sean exhaustivamente caracterizados. La primera patente de plantas en Estados Unidos se otorgó en 1985 a una planta de maíz creada mediante cultivo de tejido *in vitro* con un incremento en su nivel de triptófano⁷. Una patente que marcó una inflexión fue la de "Una secuencia de ADN de menos de 5 Kb con un gen estructural que codifica la 5-enolpiruvil-3-fosfoshikimato sintetasa de resistencia al glifosato" (Patente de los Estados Unidos #4.535.060, otorgada el 23 de agosto de 1985), que muestra la patente de un gen natural y que dio inicio a la era de los transgénicos.

En **los países del Cono Sur**, no es considerado como invención el material biológico y genético tal como existe en la naturaleza, no siendo materia patentable

ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE RECURSOS GENÉTICOS (RRGG)

9.3

El tema de los RRGG ha sido discutido en los ámbitos internacionales en diferentes foros, siendo las Naciones Unidas el marco general que ha reunido los diferentes enfoques y ha encomendado a organizaciones que desarrollan acciones en su seno la discusión y compatibilización de los diversos intereses manifestados por los países miembros.

Convención sobre la Diversidad Biológica

La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) surge de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra), realizada en Río de Janeiro en junio de 1992. Entró en vigencia en 1993, contando con 190 Estados Partes. Los objetivos del CDB son la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos.

En el Artículo 15: Acceso a los Recursos Genéticos, reconoce los derechos soberanos de los Estados sobre sus recursos naturales, y atribuye a los Gobiernos nacionales la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos. El CDB se convierte en el primer instrumento internacional vinculante que reconoce los derechos de los Estados sobre los RRGG dentro de su jurisdicción y la correspondiente autoridad o competencia para regular y controlar el acceso a los mismos.

Los Artículos 16 (Acceso a la tecnología y transferencia de tecnología) y 19 (Gestión de la Biotecnología y Distribución de sus beneficios) reconocen el acceso a la tecnología como elemento esencial para el logro de los objetivos del CDB, comprometiéndose cada Parte Contratante a facilitar el acceso a tecnologías pertinentes para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica. En particular, tratan

⁷ Fue un mutante obtenido por cultivo de tejidos, y la patente no habla de genes sino del fenotipo obtenido <<http://www.molecular-plant-biotechnology.info/biotechnology-intellectual-property-rights-IPR-Intellectual-property-protection-IPP/patenting-biological-material/patents-for-higher-plants-and-higher-animals.html>>

sobre el aseguramiento y/o facilitación del acceso a las tecnologías y biotecnologías pertinentes, incluso las amparadas por derechos de propiedad intelectual, a los países en desarrollo, donantes de recursos genéticos.

El Artículo 8: Conservación *in situ*, en su apartado j, establece que, con arreglo a su legislación nacional, “respetará, preservará y mantendrá, los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica...” Promueve un amplio uso de tales conocimientos, innovaciones y prácticas con el consentimiento y participación de los poseedores de tales derechos, a la vez que fomenta el reparto equitativo de los beneficios derivados de la utilización de tales conocimientos, innovaciones y prácticas.

Estado de la negociación del protocolo internacional sobre Acceso y Distribución de beneficios derivados del uso de los recursos genéticos en el marco de la CDB.

La CDB tiene por objetivo aprobar un protocolo internacional sobre Acceso y Distribución de Beneficios (ABS por su sigla en inglés) en la COP X (Conferencia de las Partes), a desarrollarse en octubre de 2010 en Nagoya (Japón).

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en 2002, en Johannesburgo, Sudáfrica, los Gobiernos pidieron la negociación de un régimen internacional para promover la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. A raíz de este llamado a la acción, en su séptima reunión en Kuala Lumpur, Malasia, en 2004, la Conferencia de las Partes pidió al Grupo de Trabajo sobre APB que elaborara y negociara un régimen internacional sobre acceso a los recursos genéticos y participación en los beneficios con el fin de adoptar un instrumento para aplicar efectivamente las disposiciones de los artículos 15 (Acceso a los Recursos Genéticos) y 8 (inciso j) (sobre el Conocimiento Tradicional) de la Convención, y de los tres objetivos del Convenio. La COP también acordó los términos de referencia para el grupo de trabajo, incluyendo el proceso, la naturaleza, el alcance y los elementos por considerar en la elaboración del régimen (decisión VII/19).

En la COP IX (2008) se decidió prorrogar el mandato del grupo de trabajo sobre Acceso y Participación en los beneficios (decisión IX/12) y se le dieron instrucciones para finalizar la negociación del régimen internacional antes de su décima reunión, en 2010. Además, la COP decidió establecer tres grupos distintos de expertos técnicos y jurídicos para que abordaran las cuestiones de fondo en el centro del proceso de negociación.

La séptima reunión del grupo de trabajo (WG-ABS 7) celebrada en París, Francia, en abril de 2009, se centró en el objetivo y ámbito de aplicación del Régimen Internacional, así como los componentes del régimen internacional relacionados con el cumplimiento, la distribución de beneficios y el acceso.

La octava reunión del grupo de trabajo (WG-ABS 8) se celebró en Montreal, Canadá, en noviembre de 2009. Se avanzó en la naturaleza del régimen internacional, y se trabajó en los temas vinculados al acceso a los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos, la creación de capacidad, cumplimiento, participación justa y equitativa en los beneficios, y el acceso. Por primera vez, las Partes acordaron sobre un texto único de negociación, el Anexo ‘Montreal’, incorporando todos los elementos del régimen internacional, aunque con un número de corchetes extremadamente alto (3800 corchetes). También se avanzó sobre la naturaleza del Régimen Internacional.

En la novena reunión del grupo de trabajo (WG-ABS 9) en Cali, Colombia, realizada del 22 al 28 marzo de 2010, los co-presidentes presentaron un proyecto de protocolo, que fue aceptado por las Partes como base para futuras negociaciones. Sin embargo, no pudo concluirse el texto en este período de sesiones, el grupo de trabajo decidió suspender la sesión al final de los siete días y reanudar la novena reunión del grupo de trabajo a fin de que complete su mandato. La continuación de la novena reunión del grupo de trabajo se celebró del 10 al 16 julio de 2010 en Montreal, Canadá. En esta oportunidad se realizaron algunos avances, aunque nuevamente no pudo concluirse el trabajo. De modo que todavía se tienen expectativas sobre el éxito en la aprobación del protocolo en Nagoya, pero el resultado es incierto.

Los grupos de expertos antes mencionados ayudaron al grupo de trabajo, proporcionando asesoramiento jurídico y técnico, incluso, opciones y / o escenarios en temas relacionados con (i) el cumplimiento, (ii) los conceptos, términos, definiciones funcionales y enfoques sectoriales, y (iii) los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos.

También durante este proceso se realizaron algunas reuniones informales, como la reunión de amigos de los copresidentes y la reunión oficiosa de copresidentes, ambas en 2010. Además, gracias al apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en colaboración con los Co-presidentes y la Secretaría del CDB, se realizaron consultas regionales en apoyo de las negociaciones del régimen internacional. En particular, interesa la reunión de APB para América Latina y el Caribe que se realizó en la ciudad de Panamá en enero de 2010.

La participación del grupo de trabajo sobre el Artículo 8 inciso *j* ha sido destacada durante este largo proceso de discusiones del protocolo de APB, aunque existen discrepancias al respecto por parte de los Pueblos Indígenas

Por otra parte, la creación de capacidades y el apoyo financiero se han considerado cruciales para el éxito de las negociaciones en curso. La COP alienta a las instituciones como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por su sigla en inglés), el PNUMA, los gobiernos y otras organizaciones intergubernamentales pertinentes, a que apoyen la creación de capacidad para permitir a las Partes una participación activa en las negociaciones.

En el debate de APB, Los temas más controversiales son:

- La inclusión de los derivados y los conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos como parte integral del protocolo (Ámbito).
- También en lo que hace al ámbito del protocolo está en discusión la inclusión de los recursos genéticos humanos, tema de alta trascendencia por sus implicancias éticas y en el desarrollo de la industria farmacéutica.
- La exclusión del protocolo de los recursos genéticos de la Antártida y los de las aguas internacionales.
- La definición de “apropiación indebida”.
- La exigencia de “declaración de origen” a la hora de solicitar una patente proveniente de recursos biológicos.
- Las responsabilidades del CDB en el seguimiento, vigilancia y asesoramiento del cumplimiento del protocolo. En particular, los países en vías de desarrollo propo-

nen que el Convenio brinde asesoramiento y apoyo a los países para la solución de controversias, el seguimiento jurídico, el establecimiento de juicios, etc.

- La inclusión del consentimiento fundamentado previo de los pueblos indígenas y comunidades. En este punto existen diferencias también entre los países que entienden que es necesario el consentimiento de los pueblos y las comunidades poseedoras de recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados. Que sean las Partes o sea los Países los que regulan el acceso, previa consulta a los pueblos y comunidades, no necesariamente cuenta con el acuerdo de los pueblos indígenas, que proponen ser directamente ellos los que regulen el acceso.

Cuando este capítulo sea leído ya sabremos los resultados de la negociación en la COP X, por ahora resulta difícil avizorar si se logrará aprobar el Protocolo Internacional sobre APB, instrumento que sería de gran apoyo a las legislaciones nacionales sobre acceso y reparto de beneficios.

Antecedentes institucionales para la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos negociados en ámbito de FAO

La FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se fundó en 1945 con el mandato de “elevar los niveles de nutrición y de vida, incrementar la productividad agrícola y mejorar las condiciones de la población rural”.

Es una organización intergubernamental que cuenta con 189 Miembros y constituye un organismo dedicado a la agricultura, la silvicultura, la pesca y el desarrollo rural.

En la década del 1950 se reconoce la amenaza de la erosión genética como resultado de la modernización de la agricultura en regiones de gran biodiversidad. Se impulsan medidas para preservar el patrimonio fitogenético, organizándose una primera Reunión Técnica en 1961, la cual fue sucedida por diversas actividades y reuniones que establecieron directrices para encarar cuestiones relativas a los RRFF. En 1979, la Conferencia de la FAO fue el ámbito inicial de debates sobre políticas y cuestiones socioeconómicas, jurídicas y éticas relativas a la conservación, la propiedad y la disponibilidad de los RRGG.

En 1983 se estableció el Sistema Global de la FAO para la Conservación y Utilización de los Recursos Fitogenéticos y se constituyó el primer foro intergubernamental en la materia: la Comisión Intergubernamental de Recursos Genéticos para la Agricultura, que luego se denominó Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, que incluye otros sectores de la agrobiodiversidad como los recursos pecuarios. La Comisión facilita y supervisa la cooperación entre la FAO y otros organismos intergubernamentales y no gubernamentales competentes tales como Bioversity Internacional (continuación de las actividades de IPGRI).

En la Conferencia de 1983 se adoptó un acuerdo internacional no vinculante, el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos, bajo la supervisión de la Comisión de Recursos Genéticos de la FAO. Este Compromiso fue el primer instrumento internacional amplio en la materia y se basaba en que los RRFF constituyen un patrimonio de la humanidad y, por lo tanto, debían ser de libre disponibilidad.

Las sucesivas adopciones de medidas de propiedad intelectual sobre los recursos biológicos produjeron cambios cualitativos importantes en los modos de obtención y uso de los recursos genéticos. En 1989 y 1991 el Compromiso fue objeto de nuevas interpretaciones para ampliar su aceptación internacional. En ellas se tendió a limitar

el principio del acceso sin restricciones, aclarándose también que acceso libre no significa necesariamente gratuito. La Resolución 3/91 de la Comisión de Recursos Genéticos de FAO modificó el principio de “bien de la humanidad”, estableciendo que “el concepto de herencia de la humanidad, tal como se aplica en el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, está sujeto a la soberanía absoluta de los Estados sobre sus recursos fitogenéticos”.

Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (PAM) -acordado en el ámbito de la Comisión de Recursos Genéticos de FAO-

La ratificación del CDB condujo a que en el ámbito de FAO se planteara la revisión del Compromiso Internacional, (Resolución 7/93), tema que estuvo presente también en la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos de FAO, realizada en Leipzig en 1996. En dicha conferencia se aprobó el Primer Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo, y el Plan de Acción Mundial (PAM) para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

El primer Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos fue preparado en base a informes nacionales de más de 150 países, e identificó una serie de graves problemas en la conservación y utilización de dichos recursos. Se resalta la pérdida de la biodiversidad tanto en las fincas como en los bosques, y aún en los bancos de germoplasma. También se destaca la insuficiente relación entre la conservación de los recursos fitogenéticos y su utilización por parte de agricultores y fitomejoradores.

El PAM incluye veinte acciones agrupadas en cuatro áreas temáticas: Conservación *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización, y Creación de Capacidades, constituyéndose en un marco orientador para las actividades a nivel global. A pesar de haberse realizado estimaciones de costos de implementación de dicho Plan, nunca se hizo efectivo el financiamiento internacional del mismo, transformándose en un documento indicativo de políticas y dependiendo de la capacidad de los países el nivel de implementación del PAM a nivel regional y nacional.

En este momento se encuentra en revisión el PAM, que se basará en el diagnóstico que surge a partir del Segundo Informe Mundial sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo, realizado en 2008 a partir de los informes de los países y regiones.

Los países del Cono Sur han realizado sus Segundo Informe País en el correr de los últimos dos años y han participado de Reuniones Regionales en Cartagena de Indias, Colombia y en Antigua, Guatemala, donde se revisó el Informe Regional sobre los Recursos Fitogenéticos para América Latina y el Caribe, así como también las veinte acciones del PAM, realizándose sugerencias sobre algunos temas a agregar, luego de más de diez años de elaborado el primer Plan.

Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA)

Ante el cambio en la normativa internacional generado por el CDB, que reconoce la soberanía de los países sobre sus recursos genéticos, y teniendo en cuenta que

según estimaciones de la FAO, la interdependencia media de los países es de un 70% y todos requieren de la diversidad genética de las plantas de otras regiones para garantizar la alimentación de sus pueblos, en el ámbito de FAO se comenzó a negociar un tratado específico para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, que por un lado facilitara el acceso a dichos recursos imprescindibles para la seguridad alimentaria, a la vez que complementariamente atendiera al reparto de beneficios derivados de su uso.

Los Estados negociadores acordaron entonces buscar soluciones al acceso a estos recursos biológicos 'especiales', los RRFF para la Alimentación y la Agricultura, dentro del Sistema Global de la FAO. Se solicitó entonces, que en el ámbito de FAO se compatibilizara el Compromiso Internacional con el CDB y se incluyera el reconocimiento e implementación de los Derechos de los Agricultores. Tales derechos se fundamentan en la contribución pasada, presente y futura de los agricultores de todas las regiones del mundo, y muy especialmente de las zonas de origen de la diversidad agrícola, a la conservación y desarrollo de los Recursos fitogenéticos.

En 1993 quedó establecida la necesidad de iniciar negociaciones internacionales al respecto, y facilitar el acceso a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, incluyendo las colecciones de germoplasma no comprendidas en el Convenio.

Las discusiones comenzaron en 1994 y culminaron en noviembre en 2001, después de 7 años de difíciles negociaciones, con la aprobación del TIRFAA por 116 votos a favor, 2 abstenciones (EE.UU. y Japón) y ninguna oposición. El TIRFAA entró en vigor en junio de 2004, una vez obtenido el número mínimo de 40 ratificaciones de los países Partes.

Ha sido ratificado hasta el momento por más de cien países. Se trata del primer acuerdo jurídicamente vinculante que ofrece a los países, agricultores y fitomejoradores un marco para la conservación y utilización de los RRFF, así como para la distribución equitativa de los beneficios de su utilización, en armonía con el CDB, para una agricultura sostenible y la seguridad alimentaria. El Tratado ofrece una plataforma para facilitar el intercambio global de recursos fitogenéticos: el sistema multilateral de acceso (SMA) a los recursos fitogenéticos y distribución equitativa de beneficios derivados de su utilización. El sistema multilateral se aplica a un grupo de cultivos (Anexo I) definidos como base para la seguridad alimentaria mundial y que tienen acceso facilitado para la investigación, el mejoramiento y la capacitación. Se excluye el acceso facilitado cuando la utilización es para aplicaciones químicas, farmacéuticas y otros usos industriales no relacionados con alimentos o forrajes.

El SMA se implementa mediante un acuerdo normalizado de transferencia de material (ANTM), adoptado en el 2006. Este sistema incluye unas 60 especies entre cultivos y especies forrajeras. Los receptores de los RRFF no podrán reclamar ninguna forma de protección de la propiedad intelectual o de otra índole sobre "la forma recibida" del sistema multilateral, que limite el acceso facilitado a esos recursos, o sus partes o componentes genéticos.

En el caso que se desarrollen y comercialicen cultivares mejorados con material obtenido del Sistema Multilateral, limitándose su uso posterior para investigación y mejoramiento a través de DPI, se prevé el pago de un porcentaje de los beneficios a un fondo fiduciario destinado a mejorar la conservación y el uso sostenible de los RRFF a través de proyectos y programas. Dicho porcentaje fue establecido en el 1,1% de las ventas de semillas de las variedades comerciales que se deriven de material genético obtenido a través del Sistema Multilateral.

Las colecciones de los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por su sigla en inglés) se han puesto bajo las condiciones del SMA, y se han realizado más de 100.000 intercambios de materiales en el corto período que lleva en vigencia, la gran mayoría desde los bancos de germoplasma del CGIAR.

El TIRFAA reconoce el concepto de los Derechos de los Agricultores, respaldando claramente el derecho de utilizar sus semillas: “nada de lo dispuesto en este artículo se interpretará en el sentido de limitar cualquier derecho que tengan los agricultores a conservar, utilizar, intercambiar y vender material de siembra o propagación conservado en las fincas, con arreglo a la legislación nacional y según proceda”. (Artículo 9.3). Condicionando la interpretación de su texto a la legislación nacional se aspira a dar lugar a las normativas nacionales respecto a los DPI que exigen la industria semillera y los países industrializados para los cultivos modernos. Si bien se ha comenzado a implementar parcialmente el Tratado (el enriquecimiento del SMA con aportes de materiales desde las Partes Contratantes aún no es importante), faltan todavía hitos fundamentales establecidos en el mismo que deben ser implementados: asegurar los fondos para la Estrategia Financiera del Tratado (Artículo 18, en especial 18.4.b), así como implementar los Derechos de los Agricultores (Artículo 9) y Conservación y Uso Sostenible de todos los RRFF (Artículo 6), elementos que no pueden ser dejados solamente librados a los recursos de los países, al menos no en el caso de los países en desarrollo, que no disponen de suficientes recursos y cuyos agricultores han proveído históricamente del germoplasma usado por la industria semillera para sus obtenciones vegetales.

Otros acuerdos relevantes

Dentro de la OMC coexisten opiniones enfrentadas en cuanto al foro competente para continuar el estudio de una eventual protección de los conocimientos tradicionales. Por un lado, países industrializados tales como Australia, la Unión Europea y los EE.UU., consideran que la OMPI es el foro más apropiado. El grupo de países en desarrollo propone incorporar en el Acuerdo sobre los ADPIC una disposición que exija a los solicitantes de patentes, que hayan usado RRGG y conocimientos tradicionales, divulgar el origen de esos recursos y presentar pruebas de que ha obtenido el consentimiento fundamentado previo y cumplido las leyes nacionales sobre reparto de beneficios. Pero países tales como Brasil y la India opinan que debería proseguirse la labor en paralelo en todos los foros competentes: CDB, OMC, OMPI, y otros, como la UNCTAD: Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo, o el PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, pues realizan actividades complementarias.

También las Directrices de Bonn son herramientas concebidas para ayudar a los países en la elaboración de una estrategia y plan de acción nacional sobre la diversidad biológica, el acceso y la distribución de beneficios derivados de su uso. Este documento establece las bases para que los países puedan abordar los siguientes elementos: las condiciones para el consentimiento fundamentado previo y condiciones mutuamente acordadas; los roles, responsabilidades y participación de los actores interesados (proveedores, usuarios); los aspectos relativos a la conservación y la utilización sostenible *in situ* y *ex situ*; los mecanismos para la distribución de beneficios, la transferencia de tecnología, y los medios para asegurar el respeto, la preservación y el mantenimiento de los conocimientos, las innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañan estilos tradicionales de vida de importancia para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.

Asimismo,⁸ el párrafo 19 de la Declaración de Doha de 2001 encomienda el examen de “la relación entre el Acuerdo sobre los ADPIC y el Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, la protección de los conocimientos tradicionales y el folclore”. Todos estos elementos llevaron a la Conferencia de las Partes del CDB (La Haya, abril de 2002, a través de la decisión VI/24 C (3 a) a solicitar al Secretariado Ejecutivo “...encargarse de reunir mayor información y análisis sobre el impacto de los regímenes de propiedad intelectual sobre el acceso a y el uso de los recursos genéticos y la investigación científica”. El trabajo fue encargado a un grupo de trabajo *ad hoc* que después de varias reuniones identificaron los siguientes problemas:

- Tensión entre los derechos de propiedad intelectual y la consecución de objetivos sociales más amplios, particularmente los relacionados con las necesidades de los productores pobres.
- Impedimentos al desarrollo efectivo de la ciencia debido al flujo y al intercambio de información restringidos.
- Aumento de los costos en el desarrollo de productos (que se traduce en precios más altos para los consumidores).

Desde la entrada en vigor del CDB, el acceso a los recursos genéticos y la participación en los beneficios provenientes de su utilización (Access and benefit sharing, ABS por su sigla en inglés) es uno de los aspectos a los que se ha prestado mayor atención. Han aumentado significativamente los esfuerzos a nivel nacional como internacional para desarrollar medidas legislativas, administrativas y de política para su aplicación, que podrían culminar en la negociación de un régimen internacional sobre acceso y participación en los beneficios en la Conferencia de las Partes en 2010 en Japón.

9.4

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PAÍSES CON RELACIÓN AL TEMA ACCESO A LOS RECURSOS GENÉTICOS

En ocasión de realizarse el IV Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, en noviembre de 2003, se efectuó un Taller sobre Acceso a los RRGG en el marco de la Red de Recursos Genéticos (REGENSUR) del Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR). En esa ocasión, cada uno de los países presentó el estado de avance en el tema, así como las políticas a implementar en el contexto de la colaboración regional, habiéndose realizado actualizaciones periódicas sobre la situación del tema en los países.

⁸ 19. Encomendamos al Consejo de los ADPIC que, al llevar adelante su programa de trabajo, incluso en el marco del examen previsto en el párrafo 3 b) del artículo 27, del examen de la aplicación del Acuerdo sobre los ADPIC previsto en el párrafo 1 del artículo 71 y de la labor prevista en cumplimiento del párrafo 12 de la presente Declaración, examine, entre otras cosas, la relación entre el Acuerdo sobre los ADPIC y el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la protección de los conocimientos tradicionales y el folclore, y otros nuevos acontecimientos pertinentes señalados por los Miembros de conformidad con el párrafo 1 del artículo 71. Al realizar esta labor, el Consejo de los ADPIC se regirá por los objetivos y principios enunciados en los artículos 7 y 8 del Acuerdo sobre los ADPIC y tendrá plenamente en cuenta la dimensión de desarrollo.

En **Argentina**, la Constitución Nacional de 1994, establece en el Artículo 41 las normas referidas a la tutela del ambiente, correspondiendo al Poder Ejecutivo Nacional dictar las mismas y a las provincias las disposiciones para cumplimentarlas. Además establece que la titularidad de los recursos naturales, dentro de los cuales están incluidos los recursos genéticos, corresponde a las provincias, el dominio originario de los recursos existentes en su territorio. El CDB fue ratificado por la Ley Nacional N° 24.375 designándose como autoridad de aplicación a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Por decreto N° 1.347 de diciembre de 1997 se creó la CONADIBIO, con la función de asesorar a la autoridad de aplicación y elaborar la estrategia nacional para la diversidad biológica, que dedica una sección a los recursos fitogenéticos y analiza mecanismos para facilitar el acceso y su utilización. Mediante Resolución N° 226 del 15 de abril de 2010 la SAyDS establece un régimen de acceso al material genético y crea un Registro de Acceso a los Recursos Genéticos. La Resolución en su artículo 1° expresa: “Establécese que las personas físicas o jurídicas de carácter público o privado, argentinas o extranjeras, que accedan al material genético al que alude el artículo 2° del CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA aprobada por el artículo 1° de la Ley N° 24.375, proveniente de la biodiversidad, recolectado o adquirido por cualquier medio, con fines científicos o de investigación aplicada a la industria o al comercio, con el propósito de importación o exportación, deberán solicitar autorización a los fines de acceder a dicho material a la SAyDS, conforme a los requisitos enunciados en la lista adjunta, la cual forma parte integrante de la presente resolución como Anexo I y al Formulario de Solicitud de Acceso, Exportación o Importación de Material Genético proveniente de la Diversidad Biológica que corre agregado como Anexo II”. Además dicha resolución deja sin efecto la anterior Resolución N° 1659 del 1 de noviembre de 2007.

Previamente, mientras no se dispuso de la base legal relacionada al tema de acceso a los RRRF, se han celebrado con otros países y organismos acuerdos que facilitan el acceso a estos recursos para uso científico, basándose en el Código Internacional de Conducta para la Transferencia de Germoplasma Vegetal de FAO, y con las directrices de Bonn. El TIRFAA, firmado en 2001, aún no fue ratificado debido a la incertidumbre sobre cuáles serán los mecanismos y los efectos resultantes de la aplicación de este Tratado. Ante esta situación en enero de 2003 la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA) -actualmente Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI)- constituyó un grupo de trabajo de RRRG integrado por profesionales de todas las áreas de la SAGPyA y los Organismos descentralizados (INTA, INASE) que tienen incumbencia en el tema de los RRRG. A principios de 2004 se crea la Comisión Nacional de Recursos Genéticos (CONARGEN) que reemplaza al Grupo de Trabajo. La función de la CONARGEN es asesorar a las autoridades del MINAGRI en la problemática de los RRRG y en la implementación del TIRFAA. A pesar que la CONARGEN recomendó la ratificación del Tratado, el Poder Legislativo aún no promulgó la ley correspondiente para tal fin. La CONARGEN y las Instituciones que la integran propician el acceso e intercambio de RRRF mediante la utilización del Acuerdo de Transferencia de Material (ATM) aprobado en la Primera Reunión del Órgano Rector del Tratado. A la fecha se encuentran en estudio en el Congreso de la Nación al menos dos proyectos de ley para reglamentar el acceso a los RRRG. Además en el ámbito provincial, 13 de las 25 provincias que conforman el territorio nacional, han sancionado leyes que se refieren explícitamente o están relacionadas con la protección, conservación y utilización de los recursos naturales e incluyen los RRRG.

En el caso de **Bolivia**, conjuntamente con los demás países andinos, la legislación vigente sobre el régimen de acceso a los RRRG originarios de la región es la Decisión, la Comunidad Andina de Naciones (CAN) que establece la obligatoriedad de suscribir

un Contrato de Acceso entre el solicitante y el Estado Boliviano para acceder a cualquier RRGG. La decisión 391 esta reglamentada en el país a través del Reglamento de Acceso a Recursos Genéticos (Decreto Supremo N° 24.676).

Actualmente se elabora la reglamentación del acceso a los recursos genéticos y sus productos derivados, estableciendo las condiciones para viabilizar y operativizar, la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del acceso, el reconocimiento, valoración y uso de los recursos genéticos, sus productos derivados y el componente intangible asociado según sus usos y costumbres. La elaboración del reglamento del régimen de uso y acceso está a cargo del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). En esta se considera una autoridad nacional competente que es el MMAyA, además de una autoridad de administración y ejecución nacional conformada por autoridades del Instituto de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), y la Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

En **Brasil** se está discutiendo la forma de reglamentar el CDB considerando que en junio de 2000 se promulgó una Medida Provisoria (MP) N° 2.052, actual MP N° 2.186/2001. Esta norma con fuerza de ley dispone que el acceso al patrimonio genético del país para fines de investigación científica, desarrollo tecnológico o bioprospección, sólo se podrá realizar mediante autorización de la Unión⁹. El uso, comercialización y aprovechamiento estarán sometidos a fiscalización, restricciones y repartición de beneficios en los términos y condiciones de la MP y su reglamentación.

La norma incluye la protección del conocimiento tradicional asociado al patrimonio genético. Además contempla la necesidad de obtener una Autorización de Acceso y Remesa del Patrimonio Genético. La Autorización debe ser solicitada al órgano responsable de la política de acceso, que es el Consejo de Gestión del Patrimonio Genético (CGEN), y puede ser concedida para cada caso en particular o por un período de dos años de manera especial. Una vez que se detecta el potencial económico del material se debe firmar un Contrato de Utilización del Patrimonio Genético y Repartición de Beneficios, garantizando la distribución justa y equitativa de los beneficios generados por el producto o proceso desarrollado a partir de la muestra.

El trabajo desarrollado por el CGEN es sumamente lento por la complejidad del tema y debido a que la MP presenta puntos muy difíciles que aún se encuentran en discusión, la legislación sobre acceso todavía no puede ser efectivamente implementada. La situación ha ocasionado la paralización de trabajos de investigación que incluyan acceso y remesa de patrimonio genético por parte de instituciones públicas e intercambio de germoplasma con instituciones del exterior. Actualmente se discute la reformulación de la legislación vigente por un nuevo proyecto de ley que flexibilice las exigencias vigentes. Brasil es parte contratante del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

En **Chile**, la política de protección y uso sustentable de recursos genéticos del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) está basada en tres ejes: Conservación: fortalecimiento de las labores e instrumentos de conservación, tanto *in situ* como *ex situ*, con la finalidad de disponer de estos recursos para un uso futuro. Utilización: se busca evitar la fuga del valor de los recursos genéticos chilenos, mediante su desarrollo y utilización en el país, y Acceso: se requiere regular de forma vinculante el acceso a los recursos genéticos y la distribución de beneficios derivados de su utilización.

En noviembre de 2002 Chile firmó el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones

9 La unión se refiere al estado brasileño

Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En la actualidad se analiza su ratificación. Así también, desde el año 2003, Chile cuenta con una Política Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología, la que contempla la regulación al acceso de los recursos genéticos nativos. En este marco, el Gobierno, a través del MINAGRI, se encuentra elaborando una ley de acceso a recursos genéticos y distribución de beneficios generados por su utilización. Esta ley fortalecerá la actual normativa de carácter voluntario y permitirá la valoración de los recursos genéticos nativos tanto a nivel de país como de los propios sostenedores. Se podrá obtener una retribución por el hecho de haber conservado y cultivado el patrimonio genético. Esta ley abarcará todos los *taxa* de recursos genéticos nativos del país.

Actualmente Chile cuenta con una normativa voluntaria, bajo la responsabilidad del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) del MINAGRI, referida a la autorización para prospecciones y colectas de recursos fitogenéticos en el territorio nacional. También está definida la institucionalidad y procedimiento para aquellas prospecciones realizadas en terrenos estatales o en áreas silvestres protegidas del Estado. Con estas disposiciones el Ministerio de Agricultura ha firmado contratos de acceso a recursos genéticos que procuran que el país comparta los beneficios generados por el desarrollo comercial que se hagan con esos recursos.

En **Paraguay**, la elaboración de la Estrategia Nacional y Plan de acción para la conservación de la biodiversidad del Paraguay (2004-09), con el apoyo técnico y financiero del GEF/Banco Mundial, se encuentra en su segunda etapa. EL CDB fue ratificado por Ley en 1998. En el año 2000, se sancionó la Ley 1561 que crea el Sistema Nacional del Ambiente, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría de Ambiente (SEAM). El CONAM es un órgano colegiado de carácter institucional creado como instancia deliberativa y definidora de la política ambiental nacional, que incluye representantes de unidades ambientales de diversos Ministerios y Secretarías del sector público nacional, departamental y municipal, del sector privado y de organizaciones no gubernamentales. Con la creación de la SEAM, el tema de la conservación *in situ* pasó a su jurisdicción, es además la responsable de la aplicación de la Ley de Vida Silvestre (N° 92/96), que se encarga de reglamentar lo concerniente al acceso, uso y conservación de la flora, fauna y los recursos biológicos incluyendo los RRGG nativos del país. El Artículo 28 regula como acceder a las colecciones botánicas, a través de un registro para fines de recolección científica, investigación y acompañamiento. Se requiere un contacto nacional para obtener permiso y registro.

Se debe entregar un duplicado de la colección a un herbario activo nacional. El Artículo 31 prevé prohibiciones o sanciones en caso de un uso indebido del acceso o permiso. Con respecto a la conservación de los RRRF, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) son los organismos que tienen estructura física y técnica adecuada para tal fin.

La Constitución Nacional del Paraguay de 1992, en su Artículo 8 sobre la protección del ambiente señala que: “Se prohíbe la fabricación, el montaje, la importación, la comercialización, la posesión o el uso de armas nucleares, químicas y biológicas, así como la introducción al país de residuos tóxicos. La ley podrá extender ésta prohibición a otros elementos peligrosos; asimismo, regulará el tráfico de recursos genéticos y de su tecnología, precautelando los intereses nacionales”.

Mediante la Ley N° 3.194/2007 se aprueba el TIRFAA, promulgada por el Parlamento el 19 de abril de 2007, y pasando el Tratado a ser Ley de la Nación. Paraguay fue el primer país del Cono Sur que ha ratificado el TIRFAA (entregó el documento de ratificación en el 2003), lo que le permitirá ser miembro del Fondo Mundial para la Diversidad (GCDT, por su sigla en inglés).

En **Uruguay** aún no se cuenta con el marco legal que regule el acceso a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales asociados. Sí forma parte de su ordenamiento jurídico, la Convención sobre la Diversidad Biológica (1992), por disposición de la Ley N° 16.408, del 27 de agosto de 1993. Según Decreto N° 487/993 se designa al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), como autoridad competente y punto de contacto para la instrumentación y aplicación de la referida Convención. Esto fue ratificado por expresa disposición del Artículo 22 de la Ley 17.843. En la Estrategia Nacional para la Conservación y Utilización sostenible de la Diversidad Biológica (1999) se define como una de las líneas estratégicas la necesidad de regular el acceso a los recursos genéticos en concordancia con el Artículo 15 del Convenio sobre Diversidad Biológica.

El TIRFAA fue ratificado por Uruguay el 1° de marzo de 2006, por lo que el material genético de las especies contenidas en el Anexo I del Tratado es considerado de acceso facilitado. El Artículo 1° del Decreto N° 151/95 de 1995, nombra al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) como enlace y punto de contacto con la IV conferencia técnica de FAO.

Existen antecedentes desde el año 2001 en cuanto a propuesta de Marco Legal de Acceso a los Recursos Fitogenéticos, y recientemente se ha avanzado en el tema. En 1995, por el Decreto N° 151/95, se creó el Comité Nacional sobre Recursos Fitogenéticos con el objetivo de elaborar el Primer Informe sobre los Recursos Fitogenéticos del país, organizado en ámbito de FAO. Dicho Comité está integrado por el MGAP, quien lo preside y convoca, el MVOTMA, que actúa como vicepresidente, el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA) y la Universidad de la República (UdelaR). Por decreto del Poder Ejecutivo N° 65/999 (3/03/99) se amplió el cometido del Comité en asesorar al Poder Ejecutivo en:

“... Proponer base legislativa en el país en relación al acceso a los recursos fitogenéticos nacionales y creación del Sistema Nacional”. El Comité entonces trabajó una propuesta de Marco Legal de Acceso a los Recursos Fitogenéticos y Conocimientos Tradicionales Asociados y Creación del Sistema Nacional sobre Recursos Fitogenéticos durante los años 2001 y 2002, conformándose grupos interinstitucionales de trabajo, y contándose con asesoramiento de consultores en el tema. De dichos grupos de trabajo surgió una propuesta de proyecto de Ley, pero luego el trabajo del propio Comité se discontinuó. El mismo retomó su actividad a mediados del año 2005, fijándose, como objetivo, discutir y reelaborar la propuesta para ser elevada al Parlamento Nacional. Se realizaron varios talleres nacionales y consultas internas en diferentes instituciones, de donde surgió la propuesta de ampliar el proyecto de Ley a Recursos Genéticos, contándose actualmente con un borrador avanzado de propuesta de proyecto de Ley de Acceso a los Recursos Genéticos y Conocimientos Tradicionales Asociados y Creación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos, el cual se encuentra en una etapa próxima a ingresar al Parlamento Nacional para su debate y aprobación. En el proyecto de Ley se propone declarar de interés general: “El material genético y sus derivados que contengan material genético o bioquímico de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo; tanto de especies autóctonas, domesticadas - en que se han desarrollado variedades o razas localmente adaptadas (criollas) -, y naturalizadas o subespontáneas; que se encuentren en el territorio nacional *in situ* o *ex situ*, conforme a lo establecido por el Artículo 47 de la Constitución de la República y el inciso *b* del Artículo 1° de la ley N° 17.283 de noviembre de 2000”. Asimismo se propone declarar de interés general: los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica (Ley N° 16.408, del 27 de agosto de 1993). Se considera que dichos cono-

cimientos son atributos que caracterizan y le dan valor al recurso genético, y por lo tanto deben ser considerados en conjunto.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL INTERCAMBIO DE GERMOPLASMA FRENTE AL NUEVO MARCO INTERNACIONAL

9.5

Históricamente, el intercambio de germoplasma fue la base para la ampliación de variabilidad tanto entre los agricultores como de los programas de mejora. Considerando que ningún país es autosuficiente en cuanto a las especies utilizadas en alimentación y agricultura, la introducción de material genético ha sido siempre una herramienta básica para obtener nuevas variedades para la producción. En el caso en que los países han desarrollado diversidad genética propia en los cultivos, sea en variedades locales o criollas, estos materiales han sido sustanciales para su uso en el fitomejoramiento.

Este intercambio de germoplasma fue libre hasta que comenzaron a reconocerse los derechos de propiedad intelectual sobre las variedades de plantas o sus genes. A partir de las décadas de los 1970 y 1980, el libre intercambio se dificultó, los programas de mejoramiento se vieron afectados, principalmente los más débiles, y el acceso a germoplasma se fue restringiendo progresivamente. En la década de 1990 se acuerda e implementa el CDB en los países, dándose un cambio de paradigma respecto a la propiedad de los recursos genéticos.

A partir de la puesta en vigor del TIRFAA, se crea un Sistema Multilateral de acceso facilitado y reparto de beneficios derivados de su uso para las especies contenidas en el Anexo I del Tratado. Las colecciones de los Centros Internacionales fueron puestas en dicho sistema, y lentamente, los países han comenzado a designar las colecciones a incluir en el mismo. Se espera que este hecho colabore en el necesario intercambio de germoplasma para asegurar la sostenibilidad en la obtención de nuevos cultivares que demande la producción agrícola. De otra manera, se corre el riesgo de poner en jaque la producción de alimentos y la seguridad alimentaria de la humanidad. El TIRFAA también debe facilitar a los países en vías de desarrollo a acceder a tecnologías de conservación y utilización sostenible de estos recursos fitogenéticos, a recursos financieros externos que permita la ejecución de proyectos que contribuyan al conocimiento y desarrollo del germoplasma, así como a la capacitación de los técnicos nacionales. El reconocimiento de los derechos de los agricultores es otro compromiso asumido por el Tratado y su efectiva implementación constituye un reto a responder en los próximos años.

Una situación diferente se plantea con las especies no contenidas en el Anexo I, sobre las cuales los países tienen derechos soberanos y por ende su acceso depende de las políticas y leyes de cada país, manejándose el intercambio bajo acuerdos bilaterales entre países. Los países han avanzado en proponer legislaciones nacionales que regulen el acceso a sus recursos genéticos, siendo la situación muy variable a través del mundo. En la región del Cono Sur, si bien no todos los países poseen leyes de acceso, se está avanzando en el tema, aunque de forma desigual. Preocupa la armonización de estas legislaciones entre los países.

En los hechos, hasta el momento, los proyectos regionales en el ámbito de la REGENSUR atienden necesidades y desarrollo de orden metodológico, sin involucrar básicamente el intercambio de germoplasma.

Los dos desafíos más importantes en esta etapa consisten por un lado en afianzar el funcionamiento del TIRFAA para las especies del Anexo I y por otro lado legislar sobre el acceso y distribución de beneficios para los recursos fitogenéticos que no están en el Anexo I, ejerciendo los derechos soberanos de los países sobre los mismos.

9.6

ESTRATEGIA PROPUESTA

Líneas estratégicas para la actuación a nivel internacional

- a) Interactuar periódica e ininterrumpidamente entre los países de la región y con otros países del G77¹⁰ a los efectos de coordinar posiciones y promover acciones tendientes a una mejor actuación en las negociaciones internacionales de convenciones y tratados;
- b) Actuar en los ámbitos internacionales en forma coordinada a los efectos de lograr una regulación del acceso a los recursos genéticos y una participación justa en los beneficios derivados de su uso.
- c) Lograr apoyo internacional para la implementación del derecho del agricultor.
- d) Promover la participación activa de científicos y otros actores nacionales en el desarrollo de proyectos de investigación que permitan conocer y desarrollar los recursos genéticos nativos.
- e) Promover la participación activa de los países de la región en la elaboración y discusión de las normativas sobre recursos genéticos que se discuten en ámbitos económicos y de política internacional.
- f) Solicitar el apoyo internacional para lograr una mayor participación y representatividad de los países en las reuniones internacionales. Las delegaciones, cuando no son unipersonales, son muy limitadas y no contemplan la necesaria interdisciplinariedad e interinstitucionalidad.

Líneas estratégicas para el nivel regional

- a) Promover la compatibilización de los marcos normativos nacionales y utilizar las experiencias de países que ya han avanzado en el tema.
- b) Diseñar e implementar instrumentos legales y mecanismos que faciliten la colaboración y cooperación de acuerdo con los lineamientos establecidos en el CDB y el TIRFAA para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de la región.
- c) Crear espacios para el intercambio entre los principales negociadores políticos y técnicos actuando en la conservación y uso de los recursos genéticos, dentro y entre los países del Cono Sur, de forma que los países puedan formular políticas coherentes al respecto.

¹⁰ El G-77 o grupo de los 77 es un grupo de países en vías de desarrollo con el objetivo de ayudarse, sustentarse y apoyarse mutuamente en las deliberaciones de las Naciones Unidas.

- d) Realizar seminarios y talleres que permitan informar y difundir en la sociedad y a la comunidad científica la problemática asociada al acceso a los recursos genéticos.

Líneas estratégicas a nivel país

- a) Adecuación de los aspectos jurídicos y legales de los países para la implementación efectiva del CDB y del TIRFAA.
- b) Combinar y adecuar los aspectos ambientales con los relacionados a la producción agropecuaria, la promoción del desarrollo sostenible y las competencias jurídicas y responsabilidades legales.
- c) Asegurar la protección del conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos de las comunidades locales.
- d) Comenzar a implementar medidas tendientes a efectivizar los derechos de los agricultores.
- e) Adecuar el marco legal a los efectos de proteger al agricultor familiar en su derecho al acceso a semilla mejorada y conservación de semilla para su uso propio.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

9.7

AMANCIO, M. C. 2003. Disertación: Condições legais para acesso e remessa de recursos genéticos no Brasil. IV SIRGEALC, Noviembre de 2003, Mar del Plata. Argentina. P: 47.

AGÜERO TEARE, T. 2003. Disertación: Elementos para la formulación de una política de conservación y uso de recursos genéticos nativos de Chile. IV SIRGEALC, Noviembre de 2003, Mar del Plata. Argentina. P: 49.

AGÜERO, TEARE, T. 2010. Com. Personal. Aviani, D. 2010. Com. Personal.

ÁVILA, G. 2003. Disertación: Acceso a los recursos genéticos en Bolivia. IV SIRGEALC, Noviembre de 2003, Mar del Plata. Argentina.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação brasileira sobre proteção de cultivares / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuario e Cooperativismo/ Brazilian regulation on plant variety protection / Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. Secretariat of Agriculture Development and Cooperativeness, Brasília: MAPA/SDC, 2008, pp. 72-73.

CONDÓN, F. 2010. Com. Personal.

CORREA, C. 2000. Normativa Nacional, Regional e Internacional sobre Propiedad Intelectual y su aplicación en los INIAS del Cono Sur. PROCISUR

CORREA, C. M. 2000. Situación global de la propiedad intelectual, desafíos y oportunidades. In Investigación Agrícola y propiedad intelectual en la América del Sur. Taller Propiedad Intelectual e Investigación Agrícola. IICA.

DELLA VALLE, C. 2003. Disertación: Tratado Internacional sobre los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRG) FAO. Argentina. IV SIRGEALC, Noviembre de 2003, Mar del Plata. Argentina. P: 48-49.

FAO, 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. berretta, A., F. condón, M. rivas. Ed. p.114.

FERRER, M. E. AMANCIO, M. C.; AGÜERO TEARE, T.; ÁVILA, G.; DELLA VALLE, C.; SANTANDER, V. M.; ROBLEDO, L. E.; SCIANDRO, J.; BERRETTA, A.; MAMANI, F.; SEGUÉL, I. Y PASCALE, C. 2007. Acceso a los Recursos Genéticos: Estado de Situación en los Países del Cono Sur. REGENSUR - Documentos en: <http://www.procisur.org.uy/online/cyber_ficha.asp?grupo=8&doc=144>

FLORES, M. 2010. Com. Personal.

LABARTA, M, 2010. Com. Personal

ROSSI, D. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/21/1AM21.htm>

SANTANDER V. M Y ROBLEDO, L. E. 2003. Disertación: El acceso a la biodiversidad del Paraguay. IV SIRGEALC, Noviembre de 2003, Mar del Plata. Argentina. P: 46.

SANTOS, M. de M. 2001. Acceso aos recursos genéticos. In Berretta y Rivas, coord.. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay, pp.19-32.

SCIANDRO, J Y BERRETTA, A. 2003. Disertación: El acceso a los recursos fitogenéticos en el Uruguay. Situación actual. IV SIRGEALC, noviembre de 2003, Mar del Plata, Argentina, pp: 44- 45.

SCIANDRO, J.L. Y A. BERRETTA. 2005. Recursos Fitogenéticos: Marco Teórico para una Propuesta de Regulación del Acceso y Creación de un Sistema Nacional para Uruguay. Agrociencia. Vol. ix N° 1 y N° 2, pp. 239-249.

TAVEIRA, L.R., 2009. Oferta de cultivares protegidas e registradas no Brasil. Monografía do curso de alta especializacáo em gestáo de agronegocios. Universidade do Brasilia.

TAVEIRA, L.R. 2010. Com. Personal.

TORRES, R, F. MACÍAS Y J. CHAVES. 2004. Hacia un régimen de Acceso a los Recursos Genéticos Eficiente y Aplicable para Colombia

Sitios web:

Tercer mundo económico:

<<http://www.tercermundoeconomico.org.uy/TME-97/tendencias01.htm>>

Cámara Industrial de Laboratorios Farmacéuticos Argentinos:

<http://www.cilfa.org.ar/index.php?modulo=index&accion=sitio_articulos&modulo2=articulos&accion2=sitio_ver&idarticulos=1412&idcategoria1=8&idcategoria2=34&idcategoria3=&idcategoria4=#sitio_top>

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual:

<www.wipo.int/edocs/mdocs/innovation/es/wipo_ifia_bue_00/wipo_ifia_bue_00_7.doc>

Instituto Nacional de Semillas de Argentina: <<http://www.inase.gov.ar/>>

Instituto Nacional de Semillas de Uruguay: <<http://www.inase.org.uy/>>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España:

http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/recursos_geneticos/directrices_rec_ge/

Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas

<<http://www.senave.gov.py/docs/boletinSENAVE.pdf>>

SISTEMAS NACIONALES SOBRE RECURSOS GENÉTICOS



Ana Berretta: aberretta@dn.inia.org.uy

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) ha sido ratificado por los seis países del Cono Sur, que asumieron el compromiso para la conservación, utilización sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos fitogenéticos. Para ello, los países han elaborado estrategias nacionales para su cumplimiento, requiriendo de formulación de políticas de Estado, discutidas y coordinadas por todos los actores nacionales.

El Plan de Acción Mundial (PAM) para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 1996, actualmente en revisión), incluye entre sus áreas de actividades prioritarias el fortalecimiento de las instituciones y la creación de capacidades en los países para crear programas nacionales sólidos. Si bien se ha avanzado a nivel regional en la formulación de propuestas para la creación de Programas Nacionales, en la mayoría de los países funcionan como Programas Institucionales, y falta en muchos casos integrar efectivamente todos los actores del quehacer nacional.

Por ello se necesita avanzar en la propuesta y/o en la implementación efectiva de Sistemas Nacionales de Recursos Genéticos que fomenten, organicen actividades y faciliten la coordinación entre todas las instituciones y organizaciones pertinentes del país. Deben contar con los mecanismos que les permitan formular o proponer políticas y estrategias nacionales e internacionales, así como fomentar y potenciar el desarrollo del conocimiento de los recursos genéticos nacionales.

Un programa nacional integrado permitiría estructurar una estrategia nacional con una visión conjunta del tema. Sería una instancia que reuniría periódica y regularmente a todos los especialistas en la materia, lo que facilitaría el intercambio de información, potenciaría la ejecución de proyectos conjuntos y la realización de un mejor aprovechamiento de la infraestructura disponible. También promovería frente a las autoridades, decisores, y opinión pública la importancia de los recursos genéticos para el desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria.

Estos Sistemas Nacionales deberían ser también los responsables de establecer las conexiones entre las actividades nacionales y las desarrolladas a nivel regional y mundial constituyéndose también un medio para promover la cooperación internacional y regular el acceso a los recursos genéticos y el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de su utilización.

Integración

La creación de Sistemas Nacionales en los países debe incluir todos los actores nacionales que desarrollen tareas o tengan incumbencia en el tema: Ministerios involucrados (agricultura, ambiente, relaciones exteriores, de planificación y desarrollo), Municipios o autoridades locales, instituciones de investigación y docencia, organizaciones de productores, organizaciones no gubernamentales, comunidades rurales, población indígena, empresas privadas (sectores productivos y empresariales relacionados). La única forma de asegurar una integración efectiva y representativa es a través de la participación coordinada de todos los actores nacionales involucrados o relacionados con la gestión de dichos recursos.

Debe ser creado por el marco legal que asegure el necesario respaldo para su accionar, y estar ubicado a un alto nivel político para garantizar la jerarquía y asegurar que se puedan hacer cumplir sus decisiones en el tema.

Debe ser eficiente, con las funciones esenciales para facilitar su formación y establecimiento, y basarse en las instituciones existentes en el país, contemplando los mecanismos necesarios para que dichas instituciones establezcan los acuerdos correspondientes con el sistema propuesto.

Deberá ser coordinado por una comisión nacional interinstitucional o alguna figura similar, sin crear estructuras burocráticas, de composición permanente (con rotación parcial si es necesario), para evitar discontinuidades, a los efectos de dar agilidad a la discusión y definición de los temas que le competen. El número de instituciones integrantes debe ser reducido a los efectos de agilizar el tratamiento de los temas, siendo necesario implementar, en los casos en que sea necesario, mecanismos ágiles de consulta a las instituciones integrantes del sistema que no integran la comisión.

A los efectos de facilitar una rápida aceptación, se deberán sensibilizar los niveles de toma de decisiones, la órbita política y la opinión pública.

Se debe también garantizar un mecanismo financiero mínimo para su funcionamiento, a los efectos de conferirle la continuidad y estabilidad necesaria al sistema.

Principales funciones de un Sistema Nacional sobre Recursos Genéticos

Las funciones de un sistema nacional incluyen las de índole legal y política, así como las de índole científico-técnico.

Funciones de índole legal y política

Asesoramiento en materia de políticas y estrategias nacionales relativas a la conservación, utilización y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos fitogenéticos. Se destaca particularmente el desarrollo y armonización de las legislaciones nacionales relativas al acceso a los recursos fitogenéticos, derechos de propiedad intelectual y la legislación e implementación de los derechos de los agricultores.

Establecimiento de vínculos formales de asesoramiento a los comités nacionales y organismos responsables de áreas de acción cuyas decisiones afectan la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos: comités de bioseguridad, programas de mejoramiento, evaluación de impacto ambiental, industria semillerista, etc.

Asesoramiento a Ministerios y las Cancillerías respectivas ante distintas instancias y foros internacionales, para que el país cuente con posiciones comunes en las temáticas relacionadas con los recursos fitogenéticos, lo que facilitará el intercambio de informes y opiniones entre los distintos actores. Ello también permitirá al país evaluar la conveniencia o no de asumir compromisos internacionales que afecten el estado y gestión de los recursos fitogenéticos nacionales.

Evaluación periódica del impacto de las políticas y acciones nacionales e internacionales (en los ámbitos comerciales, de propiedad intelectual y otros marcos legales) sobre el estado y la gestión de los recursos fitogenéticos.

Funciones de índole científico-técnica:

Coordinación de la definición y puesta en marcha de un Plan Nacional de Acción para la conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos, el cual debe ser revisado y actualizado periódicamente.

Actualización periódica del Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos.

Fortalecimiento de los programas y servicios integrantes del sistema, necesarios para asegurar la investigación, conservación y utilización de los recursos fitogenéticos. (Bancos base y activos, sistema de cuarentena, conservación *in situ*, estudios biológicos, premejora, caracterización, evaluación, sistema de documentación e información, entre otros).

Apoyo al desarrollo de metodologías de valoración integral de los recursos fitogenéticos.

Fomento de la realización de evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos de investigación científico-técnico que afecten la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos.

Promoción y desarrollo de programas de capacitación en recursos fitogenéticos.

Organización de redes de investigadores y especialistas por especies o temas, proyectándolos regional e internacionalmente.

Identificación de oportunidades de cooperación técnica y financiera adicionales a los que poseen las instituciones individualmente.

Mantener un Sistema de Información interinstitucional que facilite el intercambio de información y el aprovechamiento de las oportunidades de colaboración nacional e internacional.

Organizar y facilitar mecanismos de comunicación regular entre los diferentes actores del sistema (seminarios, conferencias, reuniones regionales, etc.)

Realización de campañas de información y sensibilización sobre la importancia de los recursos fitogenéticos, dirigidas a distintos sectores de la sociedad.

10.3

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES DEL CONO SUR

En los últimos años, en la mayoría de los países del Cono Sur ha habido importantes avances en cuanto a la coordinación de actividades en recursos genéticos entre las diferentes instituciones involucradas. Se han creado sistemas nacionales en varios países, si bien algunos de ellos son principalmente de carácter institucional, restando una importante tarea en el involucramiento de otras instituciones: académicas, estatales, provinciales, municipales, no gubernamentales, comunitarias, etc. En otros países la creación de Sistemas Nacionales son propuestas de ley que aún no han sido sancionadas.

En **Argentina**, las acciones destinadas a la conservación de recursos genéticos se desarrollan en el marco de proyectos de instituciones oficiales, como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Administración de Parques Nacionales (APN), o Universidades, pero no existe un Programa o Sistema Nacional de Recursos Genéticos que incluya a todos los actores que desarrollan actividades en el tema. Por lo tanto, el presupuesto destinado a la gestión, desarrollo y conservación de los recursos fitogenéticos está sujeto a las prioridades que cada institución establece y a los fondos de los que disponen. Desde el año 2004, en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, (SAGPyA), se creó la Comisión Nacional Asesora en Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CONARGEN).

Sus objetivos son asesorar a las autoridades, en el ámbito nacional e internacional, en los temas inherentes a los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Dicha Comisión está integrada por la SAGPyA, el INTA, el Instituto Nacional de Semillas (INASE), y el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). La CONARGEN prevé la posibilidad de consultar o incorporar a la Comisión a otras entidades del Gobierno Nacional y/o provincial, organismos de docencia e investigación, comunidades locales u otros actores involucrados en el caso de problemáticas específicas. Uno de los objetivos de esta Comisión es trabajar en la elaboración de una normativa nacional para regular el acceso y protección de los recursos genéticos en el país.

En **Bolivia**, en el año 2008, mediante el Decreto Supremo 29.611 se creó el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), en cuyo Artículo 5 inciso a establece que entre sus funciones tiene: “Dirigir, realizar y ejecutar procesos de investigación, innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semilla, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos”. En febrero de 2009 se creó el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Tierras (MDRyT) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). A pesar que el MDRyT tiene la tutela del INIAF, el Vice ministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Climático mantiene la responsabilidad de la conservación de los recursos genéticos silvestres así como la aplicación y las modificaciones de las normativas del sector. A partir de este Decreto, el INIAF asume la responsabilidad de conservar los recursos genéticos, sin embargo ha delegado la conservación a los bancos del Sistema Nacional de Recursos Genéticos, bajo administración del Estado. El Sistema Nacional de Recursos genéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINARGEAA) había sido creado por Resolución Ministerial en abril del 2003, en concordancia con el Decreto Supremo N° 24.676 de junio de 1977, como un instrumento cuyo objetivo es la conservación, desarrollo y uso sostenible de los recursos genéticos de los cuales Bolivia es país de origen. El Sistema Nacional, según la Resolución Ministerial mencionada, estaba conformado por los siguientes sub-sistemas: 1. Tubérculos y Raíces; 2. Frutales; 3. Cereales y Leguminosas; 4. Granos Alto Andinos; 5. Forestales y 6. Camélidos. La estrategia de trabajo del Sistema residía en integrar, coordinar y definir las acciones en los Bancos de germoplasma activos, aprovechando las colecciones, infraestructura y personal técnico especializado existentes.

En **Brasil**, en 1980, la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), creó el Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos (PNPRG), siendo EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología la Unidad Coordinadora a nivel nacional. Este programa agrupa todos los proyectos de investigación en recursos genéticos animales y de plantas, siendo conducido por los centros de investigación de EMBRAPA y otras instituciones dentro del Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria. A través del PNPRG se estableció la primer Red de Bancos Activos de Germoplasma, con proyectos que incluyen actividades de introducción de germoplasma, intercambio, colecta, evaluación, caracterización, conservación, documentación e información. En el año 2002, se aprobó el Programa de Recursos Genéticos convirtiéndose en un gran proyecto, en forma de red, la Red Nacional de Recursos Genéticos (RENARGEN). Esta red, de carácter multidisciplinario, incluye un gran número de especialidades e instituciones. En 2008, la red comprendía 11 proyectos componentes, con un total de 125 planes de acción y 827 actividades. En 2009, la Red Nacional fue convertida a Plataforma Nacional en Recursos Genéticos, compuesta de cuatro proyectos principales en forma de red: Red de Recursos Fitogenéticos, Red de Recursos Genéticos Animales, Red de Recursos Genéticos Microbianos y un componente de Integración de las Redes de Recursos Genéticos, cuyo objetivo es la conexión entre las otras tres redes por medio de un manejo integrado de las mis-

mas a través de proyectos de participación transversal, que incluyen los proyectos de curaduría, intercambio y documentación, además de la gestión integrada de la Plataforma.

Si bien en **Chile** existen programas nacionales que desarrollan actividades en relación con los recursos fitogenéticos, son de carácter institucional, no existiendo un Sistema Nacional que reúna a todos los sectores involucrados en el tema. Por lo tanto, las acciones desarrolladas están sujetas a los recursos existentes y las posibilidades institucionales. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) cuenta con un Programa Nacional de Recursos Genéticos, creado en 1995. Fue creado bajo un convenio establecido entre el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y el INIA para la ejecución del Programa sobre Desarrollo y Protección de los Recursos Fitogenéticos del País. Los objetivos del programa nacional fueron establecer un sistema nacional que permitiera definir y sistematizar las actividades técnicas y administrativas, indispensables para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos del país. El INIA fue designado Curador Nacional de los recursos genéticos de Chile, status que mantiene hasta la fecha. De todas maneras, aun cuando existen, entonces, programas nacionales de reconocida trayectoria en el país, no se ha logrado reunir a todos los actores del sector público, privado, universidades y Organizaciones no Gubernamentales (ONG). Los avances realizados han dependido de las posibilidades financieras institucionales, y aún el INIA, que ha mantenido por más de quince años el programa nacional de recursos genéticos, incluida la red de bancos de germoplasma, carece del financiamiento adecuado para hacer operativo el programa en la medida en que sería necesario. También la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), perteneciente al MINAGRI, desempeña un rol activo en cuanto a coordinación, definición de políticas y planes sectoriales en temas relacionados con recursos genéticos del ámbito silvoagropecuario y biodiversidad.

Paraguay aún no cuenta con un Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos dentro del cual se establezcan los lineamientos referidos al manejo y conservación sostenible de los mismos. La conservación de los recursos fitogenéticos sigue siendo realizada como parte de los programas de mejoramiento de las instituciones, o por medio de las colecciones que mantienen las instituciones de enseñanza con fines académicos y científicos, y por los viveros de los municipios y los propios agricultores en sus fincas. Por lo que no existe un mecanismo formal para el manejo o desarrollo de los recursos fitogenéticos en general, con el correspondiente marco regulatorio y políticas nacionales para su uso, manejo y conservación.

En **Uruguay**, desde el punto de vista institucional, el país no cuenta aún con un Sistema Nacional que integre a los diferentes actores involucrados en el manejo o desarrollo de los recursos genéticos y diseñe políticas nacionales en la materia. En 1995, se creó el Comité Nacional sobre Recursos Fitogenéticos con el objetivo de elaborar el Primer Informe sobre los Recursos Fitogenéticos del país. Dicho Comité, está integrado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), ocupando su Presidencia, el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), el Ministerio de Relaciones Exteriores (MRREE), la Universidad de la República (UDELAR) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Por decreto del Poder Ejecutivo N° 65/999 (3/03/99) se amplió el cometido del Comité en asesorar al Poder Ejecutivo en: “ ...Proponer base legislativa en el país en relación al Acceso a los recursos fitogenéticos nacionales y creación del Sistema Nacional ”.

La necesidad de crear un Sistema Nacional se basa en la existencia de varias instituciones involucradas en la gestión e investigación relativa a los recursos fitogenéticos, y la carencia de canales formales de comunicación. Se considera que estos aspectos han incidido negativamente en el uso más racional de los reducidos recursos huma-

nos y financieros disponibles. También ha incidido en la carencia de proyectos interdisciplinarios de mayor envergadura. A pesar de encontrarse pronto, el anteproyecto de ley aún no ha sido elevado al Parlamento Nacional.

ESTRATEGIA PROPUESTA

10.4

- a) Crear la estructura de Sistema Nacional en aquellos países que aún no lo poseen y/o implementar efectivamente el mismo a los efectos de poder concretar y realizar el trabajo interdisciplinario e interinstitucional necesario para lograr avanzar en el conocimiento, desarrollo, conservación y uso sustentable de los recursos fitogenéticos como elemento primordial en las políticas agropecuarias de los países y la región.
- b) Compatibilizar y conjugar las diferentes ópticas de desarrollo del tema, que coadyuven al reconocimiento del valor de los recursos fitogenéticos y su aporte a los sistemas productivos nacionales.
- c) Sensibilizar a los actores político-institucionales y a la población en general sobre el rol y relevancia de los recursos fitogenéticos en el desarrollo de la agropecuaria nacional y regional.
- d) Afianzar los lazos regionales que permitan la nivelación en positivo de los países con menor desarrollo relativo en el tema utilizando las experiencias y conocimiento de especialistas regionales.
- e) Realizar las gestiones para lograr apoyo internacional en aquellos países que lo necesiten, que permita contar con los recursos financieros necesarios para el establecimiento, implementación y funcionamiento afectivo de los Sistemas Nacionales en todos los países de la región.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

10.5

- BERRETTA, A.** 2001. Sistemas nacionales de recursos fitogenéticos. In Berretta y Rivas, coord. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR. Documentos. Montevideo, Uruguay. 11-17 pp.
- FAO,** 1995. Informe de la República Argentina. A. Clausen; M. Ferrer; S. Gómez; J. Tillería, (eds.). Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Genéticos. Buenos Aires. 59 p.
- FAO,** 1995 a. Informe Nacional de recursos genéticos. 1995. Cuarta Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. La Paz, Bolivia. 54 p.
- FAO,** 1995 b. Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos de Brasil. Roma. Italia
- FAO,** 1995 c. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Santiago, Chile. 58 p.
- FAO,** 1995 d. Informe Nacional de recursos genéticos, 1995. Schwartzman, J. y Santander, V. (eds.). Recursos Fitogenéticos del Paraguay. Cuarta Conferencia PNUD/FAO.MAG. 40 p.
- FAO,** 1995 e. Informe Nacional de recursos genéticos. Conferencia Internacional y Programa sobre los Recursos Fitogenéticos. Uruguay. 37 p.
- FAO,** 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. 46 p.
- FAO,** 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. condón, M. Rivas. Ed. 114 p.
- FAO,** 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et ál. 72 p.

- FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97 p.
- FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.
- FAO, 2009a. State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. mariente, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V.Inglis. 163 p.
- SPILLANE, c. 1998. Strengthening the coordination and structural organization of national programmes for plant genetic resources for food and agriculture: issues and options. IPGRI. Roma, Italia.
- SPILLANE, c. et ál. 1999. Strengthening national programmes for plant genetic resources for food and agriculture: planning and coordination. Issues in genetic resources, N° 8. Roma. Italia.
- Sitio web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/017/ak528e.pdf>

EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN EN RECURSOS FITOGENÉTICOS



Mercedes Rivas: mrivas@fagro.edu.uy

Ana Berretta: aberretta@dn.inia.org.uy

En los últimos años la sociedad ha detectado la necesidad de educar en la conservación del ambiente, e incluyó poco a poco el tema en los programas formales de educación desde edades tempranas. Pero esta comprensión de la importancia del ambiente y los recursos naturales no se extiende necesariamente a la biodiversidad y menos aún a los recursos genéticos, como componente de esta última. Esta situación conduce a un ciclo pernicioso, en que la escasa comprensión de la temática incide directamente en la baja valoración de los recursos fitogenéticos y su conservación, uso y manejo sostenible. Ello termina por provocar que el tema no esté incluido en los planes educativos y no sea considerado en el diseño de planes y estrategias de desarrollo. El tema es aún entendido como un concepto técnico, privativo de investigadores o mejoradores, y no como un tema básico y fundamental para el desarrollo socio-económico y la seguridad alimentaria de la población.

La sensibilización de la opinión pública, los decisores políticos, y los administradores de la investigación respecto del valor estratégico de los recursos fitogenéticos es clave para que el tema sea ubicado en su verdadero rol.

En forma paralela, la formación y capacitación del personal científico y técnico es premisa básica en el diseño de cualquier estrategia sobre recursos fitogenéticos. Cada país debería contar con una masa crítica mínima que le permitiera avanzar en el conocimiento de sus recursos fitogenéticos y llevar adelante las acciones relativas a su conservación y utilización. El incremento del número y de la capacitación de investigadores y técnicos es un factor necesario para lograr un desarrollo científico autónomo y continuo en el tiempo. La capacitación profesional, y de los actores políticos y sociales es también un objetivo estratégico, dado que son los agentes de decisión e implementación de aspectos fundamentales de la formulación de una política en recursos fitogenéticos, cuyo objetivo principal debería ser: identificar, valorar, valorizar y aprovechar las oportunidades que genes, especies y ecosistemas nos brindan para un desarrollo sostenible.

En el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), el Artículo 12 sobre Investigación y Capacitación plantea que los países contratantes establecerán programas de educación y capacitación científica y técnica en medidas de identificación, conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y sus componentes, promoviendo y fomentando la investigación en estas áreas. El Artículo 13 sobre Educación y Conciencia Pública plantea la promoción y el fomento de la comprensión de la importancia de la diversidad biológica a través de los programas de educación y de los medios de información (ONU, 1992). Estos dos artículos del CDB afirman la importancia de la capacitación y educación como elementos primordiales de una estrategia sobre los recursos fitogenéticos, en tanto componente de la diversidad biológica.

El Plan de Acción Mundial (PAM) acordado en el ámbito de FAO para la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, consta de cuatro grandes capítulos. Uno de ellos trata sobre Instituciones y Creación de Capacidad; entre las actividades aprobadas en este capítulo que se relacionan directamente con la capacitación son: Incremento y mejoramiento de la enseñanza y la capacitación (Actividad 19) y Fomento de la sensibilización de la opinión pública (Actividad 20) (FAO, 1996).

A su vez, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) en su Artículo 13 c, Creación de Capacidades, reconoce la necesidad de establecer y/o fortalecer programas de educación y entrenamiento técnico y científico en conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

EDUCACIÓN DE LA POBLACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PÚBLICA

11.3

Si bien se ha avanzado a diferentes niveles en la capacitación académica, profesional y técnica sobre el tema en los últimos años, tanto a nivel mundial como regional, la importancia de los recursos fitogenéticos sigue sin tener la correspondencia necesaria entre la palabra y la acción. Para poder encarar este problema en forma global es necesario que el tema de la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos llegue a toda la población, debiendo para ello ser incluido en los programas de educación formal desde temprana edad. También deben ser considerados los distintos actores sociales, que aunque no actúen desde un plano técnico, son partícipes de la conciencia y el accionar colectivo de la sociedad en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica, actitud de la que depende en gran parte el futuro de los recursos fitogenéticos de cada país. Los programas educativos preescolares, escolares y de nivel medio, los programas de educación no formal e informal, así como los medios de comunicación juegan un papel fundamental en el cumplimiento de este objetivo educativo.

A nivel de la región se ha ido tomando conciencia del importante rol de esta fase educativa, y si bien los emprendimientos en este sentido seguramente comprenden muchas otras actividades, sobre todo en lo que se refiere a conciencia ambiental, se mencionan a continuación algunos factores o puntos de vista reportados en los Segundo Informes Nacionales sobre Recursos Fitogenéticos en los Países del Cono Sur.

Argentina menciona la realización de presentaciones televisivas, gráficas y radiales a cargo de instituciones públicas y ONG, con el objetivo de crear responsabilidad en el público general sobre la necesidad de conservar los recursos naturales y el ambiente, aunque la campaña contó con una limitada disponibilidad de recursos. También menciona la realización de talleres a nivel de regiones donde se debatió el tema de recursos fitogenéticos nativos.

Bolivia señala en su Segundo Informe la importancia del conocimiento tradicional adquirido de sus antepasados, pueblos originarios a quienes se debe la existencia de la gran diversidad de recursos genéticos que actualmente se disponen, conocimiento que es parte de la formación de la población en general y de los agricultores en particular.

En **Chile** se mencionan los esfuerzos en los últimos años realizados por el Ministerio de Educación para incorporar en la formación de estudiantes de enseñanza básica y secundaria temas relacionados con la biodiversidad. También se mencionan diversas experiencias relativas a crear y mejorar la conciencia en la población sobre temas ambientales, destacándose el proyecto Sendero de Chile, senda de exploración de la zona precordillerana, o el programa Club de Forjadores Ambientales, con el propósito de fortalecer el liderazgo infantil en torno al mejoramiento medio ambiental.

Paraguay reporta que están incluidos estos temas como parte de aspectos ecológicos y del ambiente, integrados en el contexto de la biodiversidad, pero no como re-

cursos fitogenéticos específicamente. Sí se menciona la capacitación de productores paraguayos en el tema por parte de diferentes instituciones y organizaciones, aunque no en forma sistemática. Se realizan en Paraguay encuentros de productores donde intercambian semillas, fomentándose indirectamente el uso de variedades tradicionales y razas locales.

En el Segundo Informe País de **Uruguay** se menciona la realización de cursillos de difusión organizados por la Universidad y ONG sobre diversidad biológica, y cursos de educación ambiental, aunque poco se ha avanzado en la inclusión del tema en los ámbitos educativos primarios y de nivel medio. También se reportan diferentes actividades de capacitación relacionadas al tema a nivel de productores como el Proyecto Producción Responsable del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, pero no de forma continuada. Se ha comenzado también la realización de ferias de semillas de variedades locales.

11.4

CAPACITACIÓN DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS

La educación formal podría atender este tema en el futuro, pero considerando el rol que los agricultores juegan en el manejo sostenible y la conservación de la biodiversidad, y en particular de los recursos fitogenéticos, es necesario contar a corto plazo con programas de capacitación y/o actualización para los productores rurales. Ellos están directamente relacionados en su quehacer diario con estos temas, pero no todo los sectores han tomado conciencia de la importancia de su rol. En general los agricultores familiares y pertenecientes a comunidades locales tienen un conocimiento ancestral sobre la temática que naturalmente los capacita para un manejo adecuado de los recursos fitogenéticos en sus fincas, pero aún en estos casos, muchas veces es necesario complementar conocimientos, principalmente en lo que se refiere a formas de regeneración y multiplicación (especialmente en especies alógamas), u otros aspectos como conservación o documentación adecuada de las historias de los materiales o manejo de semilla posterior.

El tema es particularmente preocupante respecto de los productores que han surgido en los últimos años en la región, donde se ha enfatizado el tipo de producción agrícola extensiva (agronegocio), donde la semilla es solamente un insumo más, no siendo vista como un recurso fitogenético, y donde en general se extiende el uso de material genético con genes comunes a áreas muy extensas de la región, incrementando los riesgos de vulnerabilidad genética.

11.5

CAPACITACIÓN DE ADMINISTRADORES Y DIRIGENTES

La conservación y utilización sostenible de los recursos naturales, en particular de los recursos fitogenéticos, tienen una proyección de mediano o largo plazo, que normalmente no son priorizados por institutos o empresas con fines de lucro, preocupados por retornos económicos en el corto plazo. Esto se expresa en las dificultades para incorporar en las políticas y proyectos tanto los aspectos vinculados a la conservación de los recursos fitogenéticos como a su desarrollo. Sin embargo, dado el valor estratégico de los recursos fitogenéticos, la conservación, investigación, gestión y desarrollo de los mismos deben ser necesariamente llevadas adelante por cada país. Es un caso típico en que la importación de tecnología no se ajusta a los desafíos planteados. Es así, que la capacitación de los decisores cobra especial importancia.

Se reconoce entonces la necesidad de establecer programas especiales de capacitación dirigidos a administradores y dirigentes políticos, incluyendo desde aquellos pertenecientes a instituciones directamente relacionadas con los recursos genéticos, hasta los legisladores y ejecutores de las políticas de Gobiernos de la región. Estos programas especiales de capacitación deberían contener en forma muy ejecutiva tanto componentes de índole técnica como de índole política que orienten adecuadamente a los administradores y decisores sobre los puntos estratégicos que se manejan a nivel nacional, regional y mundial.

CAPACITACIÓN ACADÉMICA, PROFESIONAL Y TÉCNICA

11.6

Una de las principales limitantes de la mayoría de los países de la región es la reducida masa crítica de investigadores especializados en recursos genéticos. El escaso número de personal capacitado no es sólo para las actividades de investigación y enseñanza, sino también para otras acciones específicas como inventario, evaluación de impacto ambiental, bioprospección, colecta, conservación, utilización de los recursos genéticos y bioseguridad. También existen limitantes de recursos humanos capacitados en el área de formulación de políticas, como regulación del acceso, propiedad intelectual, bioseguridad, gerencia de bancos de germoplasma y de programas nacionales, negociaciones y transacciones de recursos genéticos.

En términos generales, la conformación de los equipos de investigación en recursos fitogenéticos en los países de la región, mayoritariamente desde la década de 1980 a la fecha, se ha realizado mediante la derivación o reconversión de personal desde otras áreas de actividad, particularmente fitomejoradores y especialistas en semillas.

Esta situación se ha asociado con el énfasis del trabajo en la conservación *ex situ* de las principales especies cultivadas en que se realiza mejoramiento genético.

También en ciertos sectores universitarios se han conformado grupos de investigación en taxonomía, biología, genética, etc., que muchas veces no se encuentran integrados a los equipos de recursos fitogenéticos de los países. La dispersión de la investigación y la inexistencia de una planificación en la formación de recursos humanos es fruto también de una mal considerada *inespecificidad* de la temática de los recursos fitogenéticos.

Desde el punto de vista académico, la interdisciplinariedad del tema implica la necesidad de contar con un desarrollo científico importante en el nivel disciplinario y paralela o conjuntamente el desarrollo de formaciones interdisciplinarias, sumamente necesarias para favorecer la conformación de equipos de investigación que puedan abordar y proponer soluciones a distintas situaciones y especies. Estratégicamente es muy importante para los países que la investigación que se desarrolle tenga objetivos explícitos dirigidos a proponer acciones específicas para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos.

Un listado de disciplinas y áreas temáticas a tener en cuenta en la planificación de la formación de posgrados en recursos genéticos podría incluir: taxonomía, biología reproductiva, genética de poblaciones, genética cuantitativa, genética molecular, estadística, ecología, ecogeografía, diversidad genética, colecta, conservación *in situ* y *ex situ*, biología de la conservación, documentación, regeneración, caracterización, evaluación, valoración, evolución y domesticación, pre mejoramiento, introducción e intercambio de germoplasma, políticas y legislación sobre recursos genéticos, eva-

luación de impacto ambiental, mejoramiento participativo, técnicas grupales. Cada país debería tener sus capacidades en estas áreas.

La capacitación de profesionales especializados en áreas ambientales es también imprescindible para una aplicación adecuada de las propuestas de conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos. Asimismo, debe integrarse la temática en la planificación de los programas regulares de grado y posgrado. Es necesario que los ingenieros agrónomos, biólogos, veterinarios, geógrafos, economistas y abogados tengan oportunidades de cursar diplomas o maestrías profesionales en estas áreas para incorporar una visión disciplinaria pero integradora. También es fundamental la capacitación de distintos profesionales que actúan en diferentes ámbitos productivos, comerciales, legales y políticos tomando decisiones que directa o indirectamente tienen que ver con la conservación, utilización y generación de beneficios a partir del uso de los recursos fitogenéticos.

En lo referente a capacitación de técnicos o semitécnicos, ésta comprende formaciones diversas entre las cuales se incluyen, entre otros: manejo de bancos de germoplasma, ayudantes de taxonomía, técnicos en informática, técnicos en semillas, documentalistas, administradores de áreas protegidas, personal de campo experimental, técnico de laboratorio. Estas formaciones son claves para el funcionamiento y desarrollo de proyectos, programas e instituciones que trabajan en recursos fitogenéticos. En general se cuenta con personal insuficientemente capacitado, no existiendo programas formales de cursos y entrenamientos con este destino.

11.7

SITUACIÓN REGIONAL EN CAPACITACIÓN

En **Argentina**, las Facultades de Ciencias Agrícolas, Ciencias Biológicas y Biotecnología imparten capacitación vinculada a los recursos fitogenéticos. Se desarrollan los siguientes cursos formales:

- 1) Maestría en Recursos Fitogenéticos, mediante convenio entre el INTA y la Universidad Nacional de Rosario, a través de la EEA Pergamino y la Facultad de Ciencias Agrarias.¹¹
- 2) Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales para la agricultura, orientación Recursos Fitogenéticos, que se realiza en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata en conjunto con EEA Balcarce, de INTA¹²
- 3) Curso sobre Recursos Genéticos Vegetales para alumnos de la Maestría de la Escuela para Graduados de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Se dicta cada dos años.
- 4) Conservación y uso de los Recursos Genéticos. Curso de Posgrado de la Maestría en Ciencias Agrarias. Orientación: Producción Sostenible. Universidad Nacional de Tucumán.¹³

11 Facultad de Ciencias Agrarias <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Docencia/escgraduados/cursos/maestrias/mtrgeneticavegetal.htm>

12 Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata <<http://www.mdp.edu.ar/agrarias/posgrado/msc/msc-manejoRRNN.htm>>

13 Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires http://www.faz.unt.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=92

- 5) Curso de postgrado a nivel de Maestría en Tecnología de Semillas en la Universidad Nacional de Córdoba.
- 6) Licenciatura en Genética de la Universidad del NO de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA). Materia: Recursos Genéticos.¹⁴
- 7) Curso de Recursos Genéticos (optativo de la Maestría en Producción Vegetal)- IBONE.¹⁵
- 8) Curso de Conservación de Recursos Genéticos. Universidad de Morón (1 semana).¹⁶ (Rosso, B., com. pers. 2009).

También se menciona el dictado de cursos cortos para profesionales nacionales, que pueden incluir profesores extranjeros invitados, organizado por universidades e INTA. En lo que se refiere a entrenamientos para personal de apoyo de los bancos de germoplasma, se han dictado cursos en el Banco Activo de Germoplasma de Maíz y Forrajeras de la EEA Pergamino de INTA.

En **Brasil**, el número de cursos relacionados a diferentes niveles se ha incrementado notablemente en los últimos años, tanto a nivel de grado como de posgrado, si bien los cursos específicos en recursos genéticos son relativamente nuevos.

- 1) El primer programa de posgrado en recursos genéticos fue ofrecido por la Universidad Federal del Estado de Santa Catarina (UFSC), en Florianópolis, inició en 1997 un programa de maestría y en 2003 uno de doctorado.
- 2) La Universidad estatal de Feira de Santana (UEFS), del Estado de Bahía y la Universidad Federal Reconcavo Baiano (UFRB, de Cruz das Almas), del mismo estado (esta última en colaboración con EMBRAPA Mandioca y Frutos Tropicales), comenzaron en 2007 la maestría en recursos genéticos¹⁷
- 3) También se dicta un curso en recursos fitogenéticos como parte de un programa de maestría en Horticultura en la Universidad Estatal de Bahía (UNEB)¹⁸.
- 4) El mismo curso se ofrece como parte de un programa de maestría y doctorado en la Universidad Federal Rural Semi-Árido (UFERSA), en Mossoró, Estado de Río Grande del Norte. Otros cursos y estudios son mencionados en el marco de programas de postgrados en agronomía, incluyendo:
- 5) Maestría en Producción de la Universidad Sudoeste de Bahía (UESB) y
- 6) Maestría en Mejoramiento Genético en la Universidad Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Se destaca la importancia que el tema ha adquirido en la región noreste de Brasil, especialmente en la región semiárida.
- 7) También se agrega al dictado de cursos del Instituto Agronómico de Campinas (IAC) el cual dicta un curso de Maestría en Agricultura tropical, incluyendo estudios específicos en recursos genéticos.
- 8) Es también el caso del Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonía (INPA), donde se dicta un Curso en Uso y Conservación de recursos genéticos.

14 Universidad del NO de la Provincia de Buenos Aires <<http://www.unnoba.edu.ar/unnoba/index.do>>

15 IBONE <<http://agr.unne.edu.ar/>>

16 Universidad de Morón <<http://www.unimoron.edu.ar>>

17 La Universidad estatal de Feira de Santana: <www.ufrb.br>
Universidad Federal Reconcavo Baiano: <www.uefs.br>

18 Universidad Estatal de Bahía: <www.pphi.uneb.br>;

- 9) La Universidad Federal de Vicosa, en el Estado de Minas Gerais, en su programa de Maestría en Fitotecnología incluye un curso en Manejo de recursos genéticos.
- 10) El mismo curso es ofrecido por la Universidad estatal Fluminense Norte (UENF) en sus programas de grado y posgrado en mejoramiento genético.
- 11) La Universidad Federal de Pelotas (UFPeL), de Rio Grande do Sul, imparte un Curso de Recursos Fitogenéticos en el marco del programa de posgrado en mejoramiento genético.

También se deben destacar los cursos cortos especializados en diferentes temas dictados periódicamente por CENARGEN/EMBRAPA (Manejo de Bancos de germoplasma, pre- mejoramiento, citogenética aplicada a recursos fitogenéticos, caracterización y evaluación de germoplasma, marcadores moleculares, entre otros).

Chile no cuenta con programas formales de formación en recursos genéticos, mencionándose la existencia de una cátedra que dicta el tema en el programa de Maestría en Mejoramiento Genético que dicta la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

En **Uruguay**, en el marco de la maestría en Ciencias Agrarias – opción Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FAGRO-UdelaR) se dicta un curso sobre Diversidad biológica y Recursos Fitogenéticos. En esta misma maestría se brindan otros cursos que hacen a la formación de los maestrandos, entre ellos Origen y Evolución de las plantas cultivadas, Biología reproductiva de las plantas, Estadística I y II, Biotecnología, Co-innovando para una agricultura sostenible, Mejoramiento genético de plantas, entre otros. Por otra parte, en la maestría en Desarrollo rural sostenible (FAGRO-UdelaR) se dictan una serie de cursos útiles a la formación en recursos fitogenéticos. También a nivel de posgrado (maestría y doctorado) en el país se dictan las opciones de Botánica, Genética y Ecología en la maestría en Ciencias Biológicas del PEDECIBA (Programa de desarrollo de las Ciencias básicas), y las maestrías en Ciencias ambientales y Biotecnología de la Facultad de Ciencias, que brindan algunos cursos de interés para la formación en recursos fitogenéticos.

En el programa de grado en Agronomía de la UdelaR se incluye, aunque de forma muy somera, la temática de los recursos fitogenéticos. Por otra parte, la Universidad ha creado la tecnicatura en Gestión de Recursos Naturales en el Centro Universitario del Noreste (Rivera), y está trabajando para la aprobación y puesta en marcha de una licenciatura en Gestión Ambiental en el Centro Universitario Regional Este (CURE). En ambos casos, existe una clara oportunidad de incluir las temáticas vinculadas a la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos.

11.8

ESTRATEGIA PROPUESTA

La propuesta de capacitación en recursos fitogenéticos debe pensarse de forma integral, considerando los diferentes niveles de capacitación y educación requeridos.

- a) Es imprescindible incorporar en diferentes niveles: opinión pública, decisores políticos y en los programas educativos la educación/capacitación en temas ambientales, los conceptos de biodiversidad e importancia de los recursos fitogenéticos.

- b) El tema recursos fitogenéticos debería integrarse a la currícula regulares de los programas de enseñanza primaria y secundaria en el país, no como disciplinas aisladas, sino como parte del conjunto de objetivos y herramientas didácticas de los programas.
- c) Existe la necesidad de realizar periódicamente un diagnóstico regional de oportunidades de capacitación y mantenerlo actualizado.
- d) A nivel universitario, es necesario: 1) Ampliar las formaciones de posgrado, y apoyar las formaciones de maestrías y doctorados a nivel regional, considerando las potencialidades de cada país y la cooperación entre instituciones; 2) Mejorar la enseñanza en el grado para que los profesionales que luego actuarán en el medio aprendan conceptos claros en relación a la conservación y utilización sustentable de la diversidad biológica y los recursos genéticos; 3) Crear carreras cortas en las áreas vinculadas a la diversidad biológica y los recursos genéticos así como cursos regionales específicos y entrenamiento en servicio que permita cubrir rápidamente un número importante de formaciones, incluyendo la de personal de apoyo.
- e) Propiciar el intercambio de científicos y técnicos, dentro y entre los países, para apoyar a los programas de posgrado actuales y para la realización de cursos para técnicos, incluyendo tanto las áreas específicas como aquellas que afectan la conservación y uso de los recursos fitogenéticos
- f) Elaborar una propuesta conjunta con los periodistas ambientales y agropecuarios para la difusión de la temática de recursos fitogenéticos en los medios de comunicación pudiendo incluirse cursos de capacitación para los periodistas y la elaboración conjunta de materiales.
- g) Proponer a los directivos de las instituciones de investigación, planificadores gubernamentales y legisladores la realización de cursos y talleres de corta duración, que permitan lograr un lenguaje común entre técnicos, administradores y decisores políticos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

11.9

FAO, 2002. Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA). Disponible en: http://www.planttreaty.org/index_es.htm

FAO, 2007. Informe sobre el Establecimiento del Mecanismo y el Estado de Aplicación del Plan de Acción Mundial en la Argentina. 46 p.

FAO, 2007 a. Segundo Informe País sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. República Oriental del Uruguay. Berretta, A., F. condón, M. Rivas. Ed. 114 p.

FAO, 2008. Estado de los Recursos Fitogenéticos. Conservación y utilización sostenible para la Alimentación y la Agricultura. Chile. Segundo Informe País. I. Seguel et ál. 72 p.

FAO, 2008 a. Paraguay. El estado de los recursos fitogenéticos. Segundo Informe Nacional. Conservación y utilización sostenible para la Agricultura y Alimentación. 97 p.

FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAA) en Bolivia. 48 p.

FAO, 2009. Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (RFAAFAO, 2009a). State of the Brazil's Plant Genetic Resources. Second National Report. Mariante, A.da S., M.J.A. Sampaio and M.C.V. Inglis. 163 p.

ONU. 1992. Convenio sobre Diversidad Biológica. Río de Janeiro. Brasil

RIVAS, M. 2001. Capacitación en recursos fitogenéticos. In Berretta y Rivas coord. Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR, Montevideo. 33-39.

Imprenta Boscana S.R.L.
Dep. Legal: 354.696

**Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico
Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur**

Argentina
Bolivia
Brasil

Chile
Paraguay
Uruguay



Edificio MERCOSUR - Luis P. Piera 1992 Piso 3
Tel.: (598) 2410 1676 - Fax: (598) 2410 1780
Montevideo - Uruguay
E-mail: sejecutiva@procisur.org.uy
www.procisur.org.uy