

# Agricultura Sostenible mediante la Ampliación de la Base Genética

*H. Gómez-Macpherson<sup>1</sup>, D. Cooper<sup>1,2</sup>, M. Duwayri<sup>1</sup>*

1 FAO, División de Producción y Protección Vegetal, Roma, Italia.

2 Actualmente, Secretariat of the U.N. Convention on Biological Diversity, Montreal, Canadá.

## Resumen

Los agricultores eligen las variedades que quieren cultivar por varias razones, entre las cuales están las condiciones del mercado o algún carácter especial de la variedad. Esta elección ocasiona con frecuencia erosión y uniformidad genéticas considerables en las fincas. Ocurre también que los mejoradores emplean poca variabilidad genética cuando desarrollan una variedad. En muchas regiones agrícolas, los agricultores y los mejoradores sólo tienen acceso a un acervo de genes de un material adaptado que es extremadamente reducido para lo que ellos necesitan. En algunos cultivos, esta limitación conduce al estancamiento del rendimiento, a la incapacidad para superar limitaciones bióticas y abióticas, y aun a la pérdida del cultivo. Aunque la uniformidad conduce a la vulnerabilidad del cultivo, la falta de mecanismos para identificar con precisión el grado de vulnerabilidad es el verdadero problema.

Es necesario desarrollar un conjunto de indicadores y de criterios para identificar los cultivos que requieren una ampliación de la base genética y para establecer la necesidad de esa ampliación respecto a un ambiente o usuario específico.

La ampliación de la base genética no implica, necesariamente, que se deba continuar recolectando, almacenando y evaluando (hay más de 6 millones de entradas en los bancos de germoplasma); tampoco consiste en introducir unos cuantos genes de interés en el material elite. Lo que se propone, y este trabajo lo discute, es un enfoque más horizontal, más dinámico, en que el agricultor o las comunidades tengan un papel crucial. Un punto importante es que los dos enfoques no son excluyentes sino complementarios.

## Introducción

Los agricultores eligen las variedades que quieren cultivar, por varias razones, entre las cuales están las condiciones del mercado o algún carácter especial propio de una variedad. Esta elección provoca, con frecuencia, erosión y uniformidad genéticas considerables en las fincas. Ocurre también que los mejoradores emplean poca variabilidad genética cuando desarrollan una variedad. En muchas regiones agrícolas, los agricultores y los mejoradores sólo tienen acceso a un acervo genético de material adaptado que es extremadamente reducido para lo que ellos necesitan. En algunos cultivos, esta limitación conduce al estancamiento del rendimiento, a la incapacidad para superar limitaciones bióticas y abióticas, y aun a la pérdida del cultivo. Spillane y Gepts (1999) revisaron recientemente los factores que pueden causar cuellos de botella

o pérdidas en la diversidad genética que interesa a usuarios y mejoradores. La uniformidad de un cultivo no equivale a vulnerabilidad ni conduce necesariamente a ella (Rasmussen y Phillips 1997): el verdadero problema es la falta de mecanismos para identificar con precisión el grado de vulnerabilidad.

Es necesario desarrollar un conjunto de indicadores y de criterios que permitan determinar qué cultivos requieren una ampliación de la base genética y hasta dónde puede ser necesaria esa ampliación respecto a un ambiente o usuario específico (FAO 1998). Hay que identificar entonces los cultivos que sean prioritarios según las necesidades globales, regionales, nacionales o locales; según la amplitud de la diversidad genética potencial disponible; y según la viabilidad práctica de este mejoramiento. Los indicadores incluirían la siguiente información:

- el estancamiento del trabajo de mejoramiento que incrementa el rendimiento;
- la estabilidad de la producción del cultivo;
- la repetida pérdida del cultivo;
- la búsqueda de genes no incluidos en el material cultivado se hace más frecuente;
- los cuellos de botella genéticos y los fracasos;
- hay diversidad genética relativa en los bancos de genes de materiales cultivados y de progenitores silvestres;
- la migración de los cultivos de una región a otra;
- la falta de material nuevo adaptado.

Muchos países del mundo son conscientes de esta situación. En 1996, los representantes de 150 países miembros de la Conferencia de la FAO se reunieron y adoptaron el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO 1996). Este plan presenta tanto los objetivos como las estrategias que deben emplearse para conseguirlos:

- Los países acordaron que cualquier política dirigida a la conservación de la agrobiodiversidad debería tener en cuenta las necesidades y los derechos de las comunidades rurales sobre el desarrollo, el uso y el acceso a los recursos biológicos, es decir, a los beneficios que pueden percibir de ellos.
- Los países reconocieron las siguientes actividades prioritarias: apoyar la conservación del germoplasma y el uso que de él hacen actualmente los agricultores, y garantizarles los beneficios que se derivan de esa acción; aumentar la diversidad genética disponible en las poblaciones de los mejoradores y la que hay en los campos de los agricultores.

- Una estrategia para conseguir estos objetivos es incrementar el potencial genético y las actividades dirigidas a la ampliación de la base genética.

La ampliación de la base genética no implica, necesariamente, que se deba continuar recolectando, almacenando y evaluando (hay más de 6 millones de entradas en los bancos de germoplasma); tampoco consiste en introducir unos cuantos genes de interés en el material elite. Lo que se propone es un enfoque más horizontal, más dinámico, en que el agricultor o las comunidades tengan un papel crucial. Un punto importante es que los dos enfoques no son excluyentes sino complementarios.

## **Elevar la Potencia y la Amplitud de la Base Genética**

Potenciar y ampliar la base genética significa que los agricultores y los mejoradores tendrán mayor acceso a la diversidad genética disponible. En el ámbito internacional y en el nacional, esta mejora puede descentralizarse para que los mejoradores empleen material local adaptado en los cruzamientos que hagan (Ceccarelli et al. 1994). Otra vía para aumentar la base genética es desarrollar poblaciones adaptadas a partir de poblaciones compuestas no adaptadas (Goldringer et al. 1994; Henry et al. 1991). La descentralización comprendería también algunas actividades en que pueden participar los agricultores, por ejemplo: la selección participativa de variedades, el mejoramiento participativo, y las actividades que se hacen en escuelas de campo para agricultores y en otras asociaciones. Dado que las dos primeras actividades han sido tratadas en detalle por otros autores (PRGA 1999), se comentarán brevemente en este capítulo. La estrategia que se seguirá debe considerar el conocimiento que tiene el agricultor del manejo que da a la variabilidad disponible, sobre todo en los sistemas de producción tradicionales y dinámicos.

### ***Selección y mejoramiento participativos de las variedades***

Esta selección participativa supone que existen variedades mejores que las cultivadas, pero que los agricultores no han tenido la oportunidad de probarlas. Se empieza haciendo un estudio en la región para buscar variedades que sean de interés para esa región. Los agricultores las prueban, ya sea en una propiedad común o en una individual, y seleccionan las que más les gusten en interacción con el mejorador, con quien intercambian conocimientos. En esta obra se presentan muchos trabajos de selección participativa de variedades que pueden servir de ejemplo.

Las variedades seleccionadas por los agricultores se usarían como progenitores en un programa de mejoramiento en que los agricultores participarán activamente (mejoramiento participativo). En el caso aquí propuesto, los agricultores seleccionan entre materiales cuya variabilidad genética es más alta, lo que no ocurre cuando seleccionan entre variedades ya fijadas. Aunque la mayor parte de los ejemplos de la literatura son de selección participativa de variedades, se ha demostrado que los agricultores pueden manejar variedades segregantes (Berthaud et al. 1999; Ceccarelli et al. 1999).

El impacto que hagan la selección participativa de variedades y el mejoramiento participativo en la biodiversidad dependerá del método participativo empleado y del cultivo de que se trate (Witcombe et al. 1996). En regiones de alto potencial productivo donde se cultivan variedades mejoradas, la selección participativa de variedades resultará, probablemente, en una variación genética mayor que la existente; en regiones más marginales, sin embargo, se corre el riesgo de que la variabilidad disminuya. La aplicación del mejoramiento participativo podrá paliar este efecto y poner un límite a esa disminución. Se percibirá un aumento en la biodiversidad en los casos siguientes:

- la diversidad existente en las fincas es muy baja;
- la variedad nueva es genéticamente muy distinta a las cultivadas;
- se han desarrollado muchas variedades nuevas; y
- todas las variedades ocupan áreas de tamaño parecido (Witcombe 1999).

### ***Poblaciones compuestas***

Para ampliar, a gran escala, la base genética de los cultivos importantes, se pueden desarrollar poblaciones adaptadas a zonas específicas partiendo de poblaciones compuestas no adaptadas. Se establecen, primero, poblaciones compuestas procedentes del cruce de cierto número de materiales genéticamente distintos, con el fin de maximizar la diversidad genética. Se deja luego que se desarrollen subpoblaciones adaptadas a las condiciones locales en una serie de localidades en que se haya identificado la necesidad de material nuevo. En los primeros años se preferirá que haya selección natural y altas tasas de recombinación antes que cualquier selección que haga el agricultor o el mejorador. En una segunda etapa, las poblaciones se podrán distribuir a mejoradores y agricultores, quienes podrán seleccionar entonces materiales según sus intereses. Cuantos más participantes y localidades entren en juego, mayor diversidad se conseguirá.

El material para formar las poblaciones compuestas puede ser material no adaptado o una mezcla de adaptado y no adaptado, dependiendo de los objetivos de cada programa. Por ejemplo, los programas pueden necesitar, a más largo plazo, una nueva domesticación o una reconstrucción del acervo de genes de algunas especies cultivadas, pero esta labor debe hacerse mucho más rápidamente que antes. Pueden necesitar, a veces, el fortalecimiento del material local a corto plazo.

Las subpoblaciones adaptadas que se desarrollen en los programas de ampliación de base genética deben incluirse en los programas de mejoramiento tradicional y en los menos tradicionales; lo más apropiado, al parecer, es darle énfasis a estos últimos, entre los cuales figuran:

- el fortalecimiento de los lazos entre la conservación y el uso de los recursos genéticos, incluyendo su mantenimiento y su uso en la finca;

- la descentralización de los programas de mejoramiento;
- el mayor apoyo al mejoramiento participativo;
- mayor apoyo, si es pertinente, a los agricultores que manejan varias poblaciones.

Aunque las técnicas que se necesitan son baratas y relativamente fáciles, el mayor inconveniente de esta metodología es su carácter de proceso de largo plazo, alrededor de 10 años, aunque este tiempo depende del cultivo de que se trate.

### ***Escuelas de campo de agricultores y otras asociaciones***

En la descentralización se pueden incorporar asociaciones de agricultores que tengan interés por explorar e investigar sus propios sistemas de producción. Desde 1990 se han extendido los CIAL por toda América Latina con mucho éxito. Esta iniciativa la lanzó, y la sigue apoyando, el grupo Investigación Participativa para Regiones Agrícolas (IPRA). La metodología del CIAL fue expuesta en detalle por Ashby et al. (1995) y en esta obra se presentan casos concretos.

Otras asociaciones son las Escuelas de Campo de Agricultores, que fueron promovidas por la FAO en sus programas para el desarrollo del manejo integrado de plagas en Asia. Estas escuelas comprenden educación y actividades de formación durante la campaña agrícola; constan de un grupo de 25 agricultores que se reúnen en el campo regularmente (una vez por semana es lo normal) para aprender sobre el ecosistema del arroz, experimentando y descubriendo por sí mismos. El agricultor observa, por ejemplo, la dinámica plaga-depredador o la forma en que las plantas de arroz se recuperan después de una defoliación. Este enfoque ha permitido que los agricultores manejen mejor sus cultivos, lo que trae consigo un aumento en la producción y una reducción importante en el uso de los pesticidas.

Recientemente, ha crecido la atención hacia el potencial que tienen las Escuelas de Campo para reforzar la capacidad de los agricultores en el uso y conservación sostenibles de la diversidad agrobiológica, es decir, de los recursos genéticos. Educar en el manejo de los recursos genéticos en estas escuelas ayudaría a aumentar la producción y a conservar recursos naturales de la manera siguiente:

- aumentando el acceso a una mayor variedad de recursos genéticos, incluyendo aquí variedades tradicionales y mejoradas;
- mejorando las variedades en la finca con prácticas de selección acertadas;
- mejorando el manejo de las semillas y su conservación de año en año;
- empleando distintas variedades en la finca para reducir la vulnerabilidad del cultivo al estrés causado por factores abióticos y bióticos.

Actualmente, hay proyectos de este tipo en Mali, Vietnam y Filipinas que servirán para mejorar la metodología. En estos experimentos no se trata de ver plagas o enfermedades que se distinguen fácilmente; es relativamente fácil observar los fenómenos y experimentar de una semana a la otra. Se trata de cambios genéticos que ocurren más despacio y necesitan observaciones que duran varios años. Esto representa un reto para los que están involucrados. Aún así, hay experimentos de este tipo que se pueden hacer a corto plazo, como la comparación y la selección de variedades durante una campaña. Estas escuelas podrían también hacerse cargo de la segunda fase del desarrollo de las poblaciones compuestas mencionadas en la sección anterior.

## **Limitaciones y Necesidades**

Es necesario, en la actualidad, ampliar la base genética a gran escala de algunos cultivos importantes. Los gobiernos del mundo reconocieron esa necesidad cuando aprobaron el Plan de Acción Mundial y al crear el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Ahora bien, han comprobado, además, que éste es un problema de 'bien público' en que los incentivos individuales dirigidos a naciones, mejoradores, empresas y comunidades agrarias, para mejorar y adaptar el germoplasma según estrategias de larga duración, son insuficientes para conseguir soluciones sostenibles. Además, los costos de introducir germoplasma nuevo y diverso en un material ya adaptado pueden superar los beneficios que podrían derivarse de esa operación. Tales beneficios se consiguen a menudo a largo plazo, siendo el mayor beneficiario la sociedad en general y luego los demás fitomejoradores. Se necesita, por tanto, la colaboración internacional y el apoyo público para lograr dos cosas: primero, caracterizar el material adaptado o selecto e identificar rasgos agronómicos útiles para programas de mejoramiento; segundo, ampliar la diversidad genética.

La cooperación entre distintos países e instituciones debería ser liderada por el sector público. Sin lugar a dudas, el sector público tiene una clara responsabilidad respecto a muchos cultivos básicos de zonas marginales donde hay poco incentivo financiero para el sector privado. Esa actividad colaborativa debe basarse en principios científicos y ecológicos y, algo muy importante, deben intervenir en ella todos los afectados a todos los niveles. La FAO, el IPGRI y los centros del GICIAI (Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional) tienen un papel importante y una responsabilidad en la labor de facilitar y coordinar tales programas cooperativos a largo plazo.

En el campo de la investigación agrícola, los sistemas nacionales, las redes regionales, los centros internacionales, las organizaciones no gubernamentales, las universidades y otras organizaciones necesitan apoyo para llevar a cabo las actividades de pre-mejoramiento y la expresión del potencial genético. Las actividades que se realicen y su prioridad deben ajustarse a los problemas y necesidades identificados por las redes de cultivos y las redes regionales, las instituciones científicas competentes y las organizaciones agrícolas. Un mayor uso de la base de genes requiere de una comunicación constante con fitomejoradores y con otros profesionales, tanto del sector público como del privado.

Hay una dificultad en el uso de los recursos genéticos: obtener una variedad que sea fácilmente utilizable por mejoradores y agricultores. La mayor parte de los fondos primarios, secundarios y terciarios para recursos genéticos no pueden usarse en forma inmediata y directa, en particular en poblaciones a nivel regional. Actualmente no hay una estrategia clara para aumentar el uso de material exótico y sin adaptar según ciertos principios ecológicos.

## **Posición y Recomendaciones de la FAO**

En el año 2000, la ampliación de la base genética formará parte del programa de trabajo de la Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO. Esta iniciativa se lleva a cabo en colaboración con el IPGRI, los centros del GCAI, los Sistemas Nacionales de Investigación Agrícola (SNIA), las redes para desarrollo de cultivos y otras instituciones relevantes, con los siguientes objetivos:

- Facilitar el establecimiento de redes internacionales de socios (ya sea instituciones o individuos) para promover proyectos o programas de ampliación de la base genética.
- Revisar el estado de la diversidad genética de seis cultivos importantes en la seguridad alimentaria.
- Desarrollar indicadores y criterios para identificar cultivos que necesiten ampliar su base genética a nivel global o nacional.
- Promover, en colaboración con instituciones educativas, el enfoque de la ampliación de la base y de las poblaciones genéticas, especialmente entre científicos y estudiantes de países en desarrollo.
- Reconocer y reforzar el manejo de los recursos genéticos que hacen las comunidades, empezando con estudios de casos.
- Crear lazos fuertes con las instituciones clásicas que conservan los recursos genéticos vegetales, impulsando programas de mejoramiento con los agricultores en tres cultivos, por lo menos.
- Desarrollar la conciencia de la necesidad de ampliar la base genética y de conocer sus modalidades, en el ámbito político y en el técnico, mediante reuniones, publicaciones y sitios de Internet.

## **Bibliografía**

Ashby J.A.; Gracia T.; Guerrero P.; Quirós C.A.; Roa J.I.; Beltrán J.A. 1995. Innovation in the organization of participatory plant breeding. En: Eyzaguirre P. e Iwanaga M. (eds.). Participatory plant breeding: Proceedings of a workshop on participatory plant breeding, julio 1995, Wageningen, Holanda. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia. p 77-97.

- Berthaud J.; Clément J.C.; Empereire L.; Louette D.; Pinton F.; Sanou J.; Second S. 1999. The role of local level gene flow in enhancing and maintaining genetic diversity. En: Broadening the genetic bases of crop production. (En preparación.)
- Ceccarelli S.; Erskine W.; Grando S.; Hamblin J. 1994. Genotype x environment interaction and international breeding programmes. *Exp. Agric.* 30:177-187.
- Ceccarelli S.; Grando S.; Tutwiler R.; Baha J.; Martini A.M.; Salahieh H.; Goodchild A.; Michael M.; Shikho A.; Al-Issa M.; Al-Saleh A.; Kaleonjy G.; Al-Ghanem S.M.; Al-Hasan A.L.; Dalla H.; Basha S.; Basha T. [1999]. A methodological study on participatory barley breeding; I: Selection phase. *Euphytica*. (En impresión.)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1996. Plan de acción mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Leipzig, Alemania. p 64.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1998. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Roma, Italia. p 510.
- Goldringer I.; Pham J.L.; David J.L.; Brabant P.; Gallais A. 1994. Is dynamic management of genetic resources a way of pre-breeding? *Memorias de la reunión Genetic Resources Section of Eucarpia, Clermont-Ferrand, Francia, marzo 1994*. Eucarpia, Clermont-Ferrant, Francia. p 163-170.
- Henry J.P.; Pontis C.; David J.; Gouyon P.H. 1991. An experiment on dynamic conservation of genetic resources with metapopulations. En: Seitz A.; Loeschcke V. (eds.). *Species conservation: A population-biological approach*. Birkhauser Verlag, Basel, Alemania. p 185-198.
- PRGA (Participatory Research and Gender Analysis). 1999. Simposio internacional y talleres paralelos sobre experiencias en fitomejoramiento participativo en América Latina y el Caribe, septiembre 1999. GCIAl Program for Technology Development and Institutional Innovation, Quito, Ecuador.
- Rasmussen D.C.; Phillips R.L. 1997. Plant breeding progress and genetic diversity from *de novo* variation and elevated epistasis. *Crop Sci.* 37:303-310.
- Spillane C.; Gepts P. 1999. Evolutionary and genetic perspectives on the dynamics of crop genepools. En: Broadening the genetic bases of crop production. (En preparación.)
- Witcombe J.R. 1999. Does plant breeding lead to a loss of genetic diversity? En: Wood D.; Lenné J.M. (eds.). *Agrobiodiversity: Characterization, utilization and management*. CABI Publishing. p 245-272.
- Witcombe J.R.; Joshi A.; Joshi K.D.; Sthapit B.R. 1996. Farmer participatory crop improvement; I: Varietal selection and breeding methods and their impact on biodiversity. *Exp. Agric.* 32:445-460.