

# Conservación *in situ* de Recursos Fitogenéticos en la Sierra Norte de Oaxaca, México

Carlos A. Vilchis B.

Ing. Agrón., Estudios Rurales y Asesoría Campesina, Oaxaca, México.

## Resumen

Durante los últimos años se ha hecho más conciente la humanidad de la importancia de la diversidad biológica y del papel que ésta desempeña en su futuro.

Esta preocupación se ha traducido, en la práctica, en un gran interés —aún insuficiente— por proteger los hábitat "críticos" o muy relevantes; muestras de ese interés han sido las campañas para proteger los manglares, los corales, los bosques viejos de la zona templada o los bosques húmedos. Ha habido también acciones de protección de ciertas especies amenazadas o endémicas, como los programas para proteger las ballenas, el maíz silvestre perenne (*Zea diploperennis*), el búho moteado o la mariposa monarca.

No obstante, el tercer nivel de la diversidad biológica, o sea, el de la diversidad genética, está mucho menos atendido que los niveles de las especies o de los hábitat. La conservación de la diversidad de genes se ha reducido a los trabajos de los institutos especializados nacionales y de algunos internacionales, como el International Rice Research Institute (IRRI) para el arroz, y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para el maíz y el trigo, y al esfuerzo de algunas entidades del sector privado dedicadas al negocio de las semillas.

## Introducción

Los bancos de información genética que se establecen en las instituciones de investigación agrícola han servido para luchar contra el hambre en el mundo en las últimas 3 ó 4 décadas, con relativo éxito. La aplicación de fertilizantes y la apertura de áreas al riego logró, entre 1961 y 1994, mantener en crecimiento la producción agrícola, especialmente en Asia. Este aumento de la producción permitió enfrentar con cierto éxito la demanda creciente de alimentos derivada del crecimiento demográfico.

Las colecciones de especies que pueden albergar las instituciones dedicadas a la conservación *in vitro* de recursos fitogenéticos son de dimensiones limitadas. Esta limitación tiene efectos en las posibilidades de enfrentar la necesidad de más alimentos en el futuro. El panorama es el siguiente:

- Las tasas de *crecimiento de la producción agrícola* se han reducido, en todo el mundo, durante los últimos 30 años. La explicación parcial de este resultado es que la base genética disponible, notablemente la del arroz, el maíz y el trigo, está llegando al máximo de su expresión fenotípica. La obtención de mayores incrementos en la producción agrícola dependerá, sin duda, de la disponibilidad de recursos fitogenéticos.

- El impacto que hicieron los 'paquetes tecnológicos' de la 'revolución verde', es decir, las semillas mejoradas, los fertilizantes y el riego, tiende a reducirse a medida que esas técnicas cubren las mejores tierras y los programas de aumento de la producción agrícola deben desplazarse a tierras marginales. Para lograr mayor rendimiento en las condiciones de las tierras marginales será necesario echar mano de nuevos recursos fitogenéticos que, al parecer, no están hoy día en las colecciones *in vitro*.
- Aunque las colecciones *in vitro* fueran muy completas, no podrían reflejar el proceso de cambio genético que aún continúa. En las zonas de domesticación del arroz, del maíz y del trigo, el proceso de selección desarrollado por los campesinos sigue vigente y genera nuevos recursos fitogenéticos, cuyo valor es innegable en la lucha contra el hambre.

El trabajo de aumentar la producción de alimentos en las últimas décadas ha incorporado, muy claramente, a las semillas mejoradas como uno de los pilares fundamentales. Cerca de la mitad del maíz que se cultiva en la actualidad proviene de semillas mejoradas, lo cual explica el aumento en rendimiento, o sea, en producción por hectárea. Ahora bien, mirando en otro sentido, el empleo de semillas mejoradas llevaría a una reducción de la base genética. Se llega así a una paradoja: cuanto más eficaces sean los programas de extensión agrícola, y mayor sea el éxito que logren para que los campesinos adopten paquetes tecnológicos con semillas mejoradas, más se reduce la base genética y más aumenta el riesgo genético. Por tanto, cuanto más avances se logren a nivel del campo experimental, mayor será la erosión de los recursos genéticos que experimentarán las comunidades campesinas.

En este contexto, las áreas de domesticación de los productos alimenticios básicos tienen un papel fundamental en asegurar la alimentación futura del mundo. Este papel lo deberán desempeñar los países en donde se concentre la mayor parte de la población que demanda alimentos: China, el sudeste asiático, los países africanos al sur del Sahara y los países latinos.

Las áreas de domesticación no son productoras de almidón. Son, en cambio, depósitos de información genética a los que se podrá recurrir para enfrentar nuevas situaciones agroecológicas y para romper los 'cuellos de botella' que ya se presentan en el aumento de la productividad agrícola mediante los programas convencionales de mejoramiento genético.

## **Sur de México**

México y parte de Mesoamérica conforman un centro de domesticación y diversificación mundial del maíz y de otros cultivos relacionados. Su aporte a la seguridad alimentaria mundial no debe ser la mera producción de más toneladas de almidón de maíz. El verdadero aporte de esta región es la información genética que está alojada en los ecotipos locales; éstos se hallan aún en proceso de diversificación como resultado de la presión de selección que aplican los agricultores tradicionales.

La región mencionada tiene las reservas genéticas más importantes del mundo de varias especies de enorme valor económico. Entre ellas están el maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*) y las especies afines, el jitomate (*Lycopersicon esculentum*), el algodón (*Gossypium hirsutum*), los ágaves (*Agave* spp.) y la calabaza (*Cucurbita pepo*). Esta reserva está relacionada, a su vez, con antecedentes agrícolas que datan de hace miles de años, y con la diversidad cultural de la región.

Es interesante el estado de Oaxaca porque posee una excepcional riqueza biológica. Cálculos conservadores indican que hay más de 8 mil especies de plantas con flores en el estado. Seguramente esa cifra crecerá a medida que haya más investigaciones. Este territorio ha funcionado como puente, como refugio, como receptor y como dispersor de formas de vida. Es, además, un reservorio importante de recursos fitogenéticos relacionados con el maíz y presenta tres factores particulares de diversificación:

- En el estado hay 15 grupos étnicos que cultivan maíz, cuyos criterios de selección del cereal son divergentes. Este factor cultural es una fuente de diversificación genética.
- Los grupos étnicos se distribuyen en una gran diversidad de ambientes naturales cuyo clima es diferente según la clasificación de Köppen. Este factor fisiográfico es una nueva fuente de variación genética.
- La orografía y la pedogénesis de la región son muy complejas y crean mosaicos de suelos que introducen un tercer factor de diversificación.

## **Manejo Participativo de los Recursos Genéticos**

El manejo de los recursos fitogenéticos se puede comparar con las funciones de manejo de la información que tiene una biblioteca.

- Una *biblioteca* debe tener, en primer lugar, una reserva de libros; un sistema de manejo de *recursos fitogenéticos*, por su parte, debe tener una colección de funciones genéticamente codificadas (FGC), es decir, estará compuesta por diferentes variedades, razas y ecotipos.

En el sur de México, este acervo de FGC es muy amplio y difiere de la reserva de la biblioteca en que está disperso en diferentes lugares y se halla en manos de los campesinos, quienes lo conservan en sus agroecosistemas.

- La biblioteca debe mantener su reserva de libros sin humedad ni polilla ni otros agentes que puedan deteriorarla.

Los recursos genéticos, por su parte, dependen de que los agroecosistemas campesinos sigan operando.

- Una biblioteca presta un servicio real —es decir, no es un almacén de papel o un depósito de libros— si cuenta con un *sistema de clasificación* que permita conocer el material bibliográfico que posee.

Las FGC están dispersas en el sur de México; por tanto, es necesario disponer de un sistema de *clasificación y sistematización* más eficiente que el de la biblioteca. Se deben conocer con toda claridad los tipos de material genético de cada una de las especies que se están manejando y la disponibilidad de ese material. Para lograrlo, sería necesario crear *Centros de Recursos Fitogenéticos* (CRFG) en donde se haga una caracterización práctica de las plantas cultivadas, se mantengan colecciones de semillas y se registre la información que constituirá el catálogo de recursos genéticos disponibles.

- Las bibliotecas tienen bibliotecólogos capaces de ubicar un libro en el catálogo Dewey o en el del Congreso y hábiles para distinguir los temas y las palabras clave que se deben asociar a un documento.

De igual manera, los CRFG necesitarán formar campesinos con la suficiente *capacidad técnica* como para distinguir la raza a que pertenece una planta de maíz o de jitomate que se cultive en la localidad, para emplear técnicas de polinización controlada, y para distinguir algunos genes significativos presentes en esa población vegetal.

Para poder establecer CRFG eficaces, es indispensable tener un equipo de capacitadores con experiencia y que hayan realizado el trabajo práctico de caracterización técnica. Estos mismos capacitadores harían también investigaciones para conocer los elementos clave de los agro-ecosistemas locales, su origen y su posible evolución.

- En la biblioteca, una vez catalogados los volúmenes, se elaboran ficheros y catálogos que permitan poner a disposición de los usuarios, en forma ágil, los libros.

En los CRFG, el fichero está representado por una *base de datos* que contiene la información de las diferentes comunidades o regiones asociadas con el programa de mejoramiento y la pone a disposición de los posibles usuarios. La Asociación de Recursos Genéticos del Sur de México podría publicar también, periódicamente, catálogos que describan los materiales fitogenéticos disponibles.

- Los usuarios de una biblioteca son estudiantes, profesores, profesionistas, investigadores y algunos técnicos del sector privado. Los usuarios de la información genética son comunidades campesinas, investigadores, programas de desarrollo tecnológico agrícola y algunas empresas del sector privado.

- Muchos de los libros de la biblioteca de la Universidad Nacional en la Ciudad de México, por ejemplo, están *duplicados* en la biblioteca de la Universidad de California.

Los recursos genéticos, en cambio, están asociados con zonas culturales y ecológicas particulares, están *muy localizados* y no pueden duplicarse con facilidad. Por consiguiente, los productores de maíz de América del Norte o de África pueden acudir a las FGC almacenadas en los CRFG del sur de México y beneficiarse de ellas.

- La biblioteca cumple sus funciones de consulta y de préstamo de libros mediante un sistema operativo bien definido (préstamo por mostrador o libre acceso a los libros; servicio únicamente a usuarios acreditados o abierto a cualquier persona).

Para manejar los recursos fitogenéticos, la Asociación de Recursos Genéticos del Sur de México deberá desarrollar mecanismos que pongan a disposición de los posibles usuarios el material genético y ofrecer los demás servicios que requieran éstos y los CRFG. Asimismo, esta Asociación deberá ser un mecanismo de enlace entre los CRFG, los usuarios y los patrocinadores.

- Por último, tanto la biblioteca como la asociación de recursos fitogenéticos necesitan *recursos económicos* suficientes para su planeación, instalación y operación. Necesitan, por tanto, una o varias fuentes de financiamiento, públicas o privadas. Quizás una combinación del apoyo proveniente de ambos sectores sea la opción más eficiente.

El sistema de manejo de las FGC puede financiarse parcialmente con cuotas cobradas por servicios prestados o por regalías.

## **Componentes de un Sistema de Manejo y Conservación**

Por analogía con la biblioteca, el sistema de conservación de los recursos fitogenéticos del sur de México requiere, al menos, los siguientes elementos:

- Asegurar el mantenimiento del 'depósito'. Esto implica que los CRFG, basados en los agro-ecosistemas tradicionales, deben mantenerse funcionando. Necesitan, por tanto:
  - Identificar comunidades que quieran asociarse al programa.
  - Capacitar a técnicos campesinos en el manejo de los recursos fitogenéticos.
  - Establecer un sistema de incentivos para la agricultura campesina.
- Sistematizar y clasificar gradualmente el 'depósito'. Los campesinos que son técnicos en manejo de los recursos fitogenéticos en cada CRFG deberán

hacer poco a poco la caracterización de las plantas cultivadas de su localidad.

- Poner los recursos fitogenéticos al alcance de los usuarios. Esto implica establecer un mecanismo operativo que logre dos objetivos:
  - La consulta fluida de la base de datos y la obtención de materiales genéticos.
  - La compensación justa a las comunidades en que se localizan las FGC por el servicio de mantenimiento que dan a éstas.
- Dar mantenimiento a los agro-ecosistemas. Se establece un sistema adecuado de incentivos para las comunidades que albergan los recursos fitogenéticos.

## **Resultados a la Fecha**

Este proyecto se inició aplicando una metodología nueva elaborada por Daniela Soleri y S.E. Smith, de la Universidad de Arizona, E.U. El primer año se ensayó en los Valles Centrales de Oaxaca.

### ***Resultados en los Valles Centrales***

En el trabajo se emplea un método nuevo para estimar la fracción proporcional de la variación genética y la correspondiente a la variación ambiental. Se toma una muestra de 500 plantas continuas en un terreno y con las medias de las plantas se calcula una variación. Los mejoradores la llaman variación total ( $V_t$ ), que es principalmente variación genética ( $V_g$ ) y heredabilidad ( $H$ ) de las características de una población en un campo específico. El resto de la variación es ambiental ( $V_a$ ). Por tanto,

$$V_t = V_g + V_a \quad (1)$$

$$H = V_g / V_t \quad (2)$$

Si la heredabilidad es alta, la probabilidad de lograr un proceso de selección es buena.

Esta metodología estima la heredabilidad de poblaciones de plantas ya sembradas por los productores en terrenos cultivados con el manejo tradicional, no con el manejo de los campos experimentales. Se emplearon las mismas plantas para distinguir la  $V_a$  y la  $V_g$ .

Los cálculos que genera esta metodología tienen dos efectos útiles: conocer el nivel relativo de  $H$  y las características de las plantas que los agricultores consideran importantes en sus ambientes. Esta información, junto con otros datos obtenidos también con la metodología —como los coeficientes de variación

(CV) y las correlaciones fenotípicas— permite conocer las características que tienen el mejor potencial para dar un buen resultado en la selección. Las cifras no se consideran valores exactos de H sino niveles relativos.

El siguiente ejemplo ilustra lo dicho. Muchas familias de agricultores están interesadas en que sus poblaciones de maíz se cosechen más temprano (menos días desde la siembra hasta la espiga y la recolección). Ven que la H correspondiente a esta característica es del nivel alto, que el CV es muy bajo, y que los promedios de las poblaciones *individuales* son muy variables (de 50 a 78 días entre siembra y cosecha). Esta información indica que es posible hacer selección pero no dentro de las poblaciones, porque ahí no hay mucha Vg. Es necesario, por tanto, buscar más Vg en otras poblaciones vecinas que tengan ciclos de cultivo más cortos.

Las familias de agricultores manifiestan también que quieren plantas menos altas para que no se acamen. La altura de la mazorca en la planta es, por ello, una característica muy importante. Obtienen los datos siguientes: la H para altura de mazorca está en un nivel muy alto y la Vg correspondiente es buena (CV = 22.3). Además, la correlación fenotípica entre esta característica y las que componen el rendimiento (o sea, las medidas de la mazorca y de los granos) es positiva y significativa. Concluyen, entonces, que esta característica (altura de la mazorca) es buena para seleccionar plantas.

Esta nueva metodología es menos exacta y calcula la H en un sentido amplio. No obstante, si se emplea con cuidado y entendiendo sus límites, permite mejorar la información que existe sobre estas poblaciones de maíz en los campos de los agricultores y, en muchos casos, iniciarla. Orienta, finalmente, a los fitomejoradores para que su colaboración con las comunidades sea más efectiva y mejoren sus cultivos.

## Referencias

- Lawrence D.; García A. 1988 The status of floristic inventory in Oaxaca State, México. En: Campbell D.; Hammond H. (eds.). Floristic inventory of tropical forests. Botanical Gardens, Nueva York.
- Smith S.E.; Kuehl R.O.; Ray I.M.; Hui R.; Soleri D. 1998. Evaluation of simple methods for estimating broad-sense heritability in stands of randomly planted genotypes. Crop Sci. 38:1125-1129.
- Soleri D.; Smith S.E. 1998. Broad-sense heritability of farmer-managed maize populations in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico and implications for improvement. (En preparación.)