

Mejoramiento Participativo con Maíz en un Proyecto de Conservación *in situ* en Yucatán, México

J. L. Chávez-Servia¹, J. Canu², J. V. Cob², L. A. Burgos², F. Márquez³,
J. Rodríguez⁴, L. M. Arias², D. E. Williams⁵, D. I. Jarvis⁶

1 Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI-Américas), México.

2 CINEVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Yucatán, México.

3 Universidad Autónoma Chapingo, Jalisco, México.

4 Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2 Conkal, Yucatán, México.

5 IPGRI-Américas, Colombia.

6 IPGRI-Roma, Italia.

Resumen

Este trabajo forma parte de un proyecto mayor de conservación *in situ* de variedades cultivadas, en el que el mejoramiento participativo aumenta las opciones de rentabilidad para los agricultores que conserven una amplia diversidad genética en su sistema de producción. En este trabajo se presenta un breve análisis del proceso tradicional de selección de semillas de maíz como base de una estrategia de mejoramiento participativo en la que se implementan dos metodologías. Se estudió la selección tradicional de semillas mediante entrevistas y observación directa en el municipio de Yaxcabá, en Yucatán, México, donde menos del 10% de los productores maiceros utilizan variedades mejoradas. El manejo tradicional de las razas locales de maíz en el sistema roza, tumba y quema (slash and burn) está regido por los siguientes criterios: selección, tamaño de la muestra para la siguiente siembra (presión de selección), y distribución en el campo de la siguiente generación (aislamiento).

Tradicionalmente, los agricultores escogen su semilla en el terreno durante la cosecha aplicando dos principales criterios de selección: mazorca con excelente cobertura que le ha evitado el ataque del gorgojo (*Carpophilus lugobris*) y tamaño de la mazorca. En menor grado emplea los siguientes caracteres como criterio de selección: plantas de porte bajo que evitan el acame, y días hasta el estado de elote (mazorca con grano lechoso-masoso) como parámetro de precocidad. En los materiales tardíos se lleva a cabo una selección natural en el mismo terreno de cultivo, que consiste en mantener en pie el maíz de 5 a 6 meses después de haber finalizado su ciclo para exponerlo al ataque de las plagas; se hace luego la cosecha y se seleccionan las mazorcas que no hayan sido dañadas. Mediante este sistema tradicional, el agricultor mantiene una serie de variedades locales de maíz que tienen gran variabilidad en el color del grano (azul, rojo, morado, amarillo, rosado y blanco) y en los ciclos de madurez: desde 7 semanas (en las variantes de la raza mesoamericana Nal-tel) hasta 4 meses (en las variantes de la raza Tuxpeño).

El mejoramiento participativo se realiza en los campos de los productores y con los materiales locales (razas Nal-tel y Tuxpeño, y subraza Dzit-bacal). Los dos métodos de mejoramiento empleados son la retrocruza limitada y la selección masal.

- En la retrocruza limitada se obtiene la segunda generación del retrocruzamiento (RC1-F2). Una de las características de este método es que los materiales donadores provienen, en su mayor parte, de colectas realizadas en la misma región, pero que han estado en los bancos de germoplasma o que han sido ya manipuladas por mejoradores. El método pretende incorporar características favorables que no presentan las variedades locales y recuperar un 75% de las características de la variedad original.
- El método de selección masal pretende mejorar las variedades locales de polinización libre manteniendo una amplia base genética. Ambos métodos se llevan a cabo con la participación de los productores y en función de los criterios locales de selección.

Introducción

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio formulado por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) y los programas nacionales de nueve países, entre ellos México, con el fin de fortalecer la base científica de la conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola. En este proyecto, el mejoramiento participativo es decisivo como medio para incrementar el valor de las variedades locales y como promotor de su conservación mediante el aumento del uso de las mismas (Amri et al. 1997). En el estado de Yucatán, México, se desarrolla una parte de las actividades del proyecto global de conservación *in situ*, es decir, las dedicadas a los cuatro cultivos siguientes: maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus*), calabaza (*Cucurbita argyrosperma* y *C. moschata*) y chile (*Capsicum chinense* y *C. annum*). Se aplica el sistema de agricultura itinerante o migratoria (slash and burn), conocida localmente como milpa.

Las actividades de mejoramiento participativo del proyecto mencionado se orientaron inicialmente al maíz, dada la importancia socioeconómica y alimenticia de este cultivo. En Yucatán se siembran cerca de 145,000 ha, de las cuales el 90% han sido establecidas en el sistema de la milpa, con una producción promedio de 780 kg/ha (Gurri 1997). Se siembran principalmente las variedades locales de maíz; las variedades mejoradas no ocupan más del 10% del área sembrada. Desde 1965 se han sembrado 12 variedades mejoradas, de las cuales sólo 5 están actualmente en promoción. Según Ortega y Dzib (1992) y Arias et al. (1999), hay una gran riqueza en variedades locales; por ejemplo, en la comunidad de Yaxcaba, en Yucatán, se han registrado, por lo menos, 15 variantes pertenecientes a las razas mesoamericanas Nal-tel y Tuxpeño y a la subraza Dzit-bacal.

En el estado de Yucatán, la agricultura depende de las condiciones orográficas y climáticas. La región está desprovista de elevaciones montañosas, por lo que carece de corrientes superficiales; esto, junto a la naturaleza calcárea del suelo, impiden la formación de cuencas para la captación de aguas pluviales. La posición geográfica del estado lo sitúa en el cinturón intertropical mundial caracterizado por lluvias de verano, vientos alisios, ciclones, tormentas tropicales y corrientes de viento frío denominadas “nortes”. Por todo esto, el suelo agrícola se encuentra en pequeños nichos de poca profundidad entre las afloraciones pedregosas de rocas calizas (Warman 1985; Duch 1991).

La amplia diversidad del maíz, su baja producción, y las características de la agricultura migratoria fueron los antecedentes más relevante de este trabajo, cuyo objetivo es establecer una estrategia de mejoramiento participativo para perfeccionar las características de las variedades locales (landraces) sin deteriorar su diversidad.

Materiales y Métodos

Este trabajo se lleva a cabo en la comunidad de Yaxcabá, en Yucatán, aplicando un esquema participativo en los campos del agricultor. Es ésta una comunidad maicera situada en el centro-norte de la Península de Yucatán, que es también parte de Mesoamérica. El clima es cálido y subhúmedo, con lluvias en verano que llegan a 1000 mm anuales, interrumpidas en agosto por una breve sequía intraestival. Los suelos son calizos, muy pedregosos y tienen ligeras planicies llamadas localmente “kankabales” y abundantes altillos pedregosos (“tsekeles”, en maya). La altitud general de la zona está entre 20 y 25 msnm.

La estrategia de mejoramiento se desarrolla en tres fases:

- conocimiento documentado del mejoramiento tradicional;
- mejoramiento mediante la retrocruza limitada (limited backcross);
- implementación del método de selección masal (mass selection).

Documentación sobre el mejoramiento tradicional

En esta fase se hicieron entrevistas informales y se observaron directamente las actividades de los productores (estudio etnobotánico). Se hizo un registro de las principales actividades y procedimientos con que los productores seleccionan la semilla y con esta información se construyó un esquema general de mejoramiento tradicional.

Mejoramiento por retrocruza limitada

El material genético local empleado constaba de cuatro poblaciones de maíz de la comunidad de Yaxcaba. Los materiales de maíz usados como donadores fueron algunas variedades comerciales y una raza mesoamericana. La metodología aplicada fue la retrocruza limitada (**Figura 1**) descrita por Márquez (1990). En esta fase del trabajo hay dos etapas: la generación F2 de las primeras retrocruzas y los cruzamientos recientes entre poblaciones locales y material mejorado.

Selección masal

Se hizo una revisión detallada de 192 colectas de maíz obtenidas durante 1998 y 1999 en Yaxcaba, Yucatán, y se detectaron por el fenotipo cerca de 20 poblaciones que sobresalían por sanidad, tamaño de la mazorca, número de hileras y buena cobertura de la mazorca. Estas poblaciones sobresalientes se obtuvieron de 15 agricultores, quienes serán invitados para establecer en sus

campos el método de selección masal (mass selection) visual estratificada *in situ* (Molina 1978). El método requiere que el agricultor haga su siembra como acostumbra a hacerlo, de manera aislada, ya sea en el tiempo o distanciándola de los cultivos de maíz cercanos. Durante este cultivo se desespigan las plantas que estén fuera de tipo y se hace una selección en la planta (en la madurez fisiológica) mediante una estratificación o 'delimitación de lotes' en el terreno; posteriormente, se selecciona en la mazorca aplicando una presión de selección del 5% según la superficie sembrada y la densidad de población.

Avances

En mejoramiento tradicional

Los agricultores de Yaxcaba escogen su semilla (T'nah, en maya) al momento de la cosecha; de ella saldrán los progenitores del siguiente ciclo. Los principales caracteres que emplean como criterios de selección son los siguientes:

- excelente cobertura de la mazorca para evitar el ataque de gorgojos (*Carpophilus lugobris*);
- mazorcas sin ningún daño causado por plagas o enfermedades;
- mazorcas grandes (más de 25 cm) o medianas (20 cm) pero prefiriendo las que terminan en punta perfectamente cubierta.

Cuando se acerca el período de las lluvias, se prepara la semilla. Se eligen las mazorcas que presenten hileras completas (derechas, las llama el productor); si las mazorcas no son muy grandes, se degranán de preferencia las que tienen granos anchos. Se separan o desgranán los granos del raquis eliminando los extremos de la mazorca. A diferencia de otras regiones de México, tanto el hombre (en el campo) como la mujer (desgranado de mazorcas) participan en la selección de la semilla. En el sureste de Guanajuato (región central de México), la mujer selecciona la semilla (Aguirre 1997).

Hay dos modalidades de selección según el ciclo vegetativo del maíz:

- En las poblaciones precoces (7 semanas), como las variantes de la raza mesoamericana Nal-tel, toda la producción se cosecha cuando alcanza su madurez fisiológica o poco después. Las mazorcas para semilla se separan sin quitarles sus hojas protectoras, a diferencia de las mazorcas de consumo inmediato que se obtienen sin hojas.
- En las poblaciones intermedias (subraza Dzit-bacal) y en las tardías (raza Tuxpeño, 4 meses), una vez alcanzada su madurez fisiológica, se dejan en el terreno ('almacén en pie') durante 5 ó 6 meses, hasta cerca del período de lluvias; hacen entonces la cosecha y seleccionan la semilla.

En las entrevistas se vio que los productores determinan la precocidad de las plantas de maíz por el tiempo que tardan éstas en alcanzar el estado de elote (mazorca con grano lechoso-masoso) más que por los días hasta la floración

masculina, la femenina o la madurez fisiológica. Las limitaciones de este esquema del método son las siguientes:

- no se presta atención a las características de la planta;
- al seleccionar las mazorcas de mayor tamaño, la progenie generada tiende, en general, a dar origen a plantas de ciclo más largo.

Arias et al. (1999) observaron esta última limitación al caracterizar 15 materiales de la región mencionada, en los que el mayor número de poblaciones era de ciclo largo.

En retrocruza limitada

Con esta modalidad del método se han obtenido materiales de la primera retrocruza (RC1-F2) de características relativamente sobresalientes, como la reducción del tamaño de la planta. Estos materiales no están, propiamente hablando, en las últimas etapas del mejoramiento; por tanto, es posible seleccionar ahora los caracteres de las variedades locales según los criterios del productor. El avance generacional de los materiales con que se trabaja puede resumirse así (**Cuadro 1**):

- En la *primera fase* se cuenta con la F2 de la retrocruza (RC1), materiales a los que se han denominado, por el momento, mejorados. Por ejemplo, Dzit-bacal mejorado, Nal-tel mejorado y Tuxpeño mejorado. Se trata de explotar el efecto heterótico que se produce al combinar materiales mejorados y locales, de manera similar a lo que hallaron Crossa et al. (1990); estos autores obtuvieron alrededor de 30% de heterosis cruzando razas de maíz (heterosis interracial). Se trata, además, de incorporar caracteres favorables a las variedades locales, como el rendimiento y la reducción del tamaño de la planta, entre otros.
- En la *segunda fase*, las F1 de las cruces entre los materiales mejorados y los locales se llevan a F2, y allí se hace una selección de los materiales en que se combinan los caracteres de las variantes locales y los caracteres adicionados a éstos (altura y rendimiento, entre otros).

Agradecimientos

Esta actividad investigativa fue financiada por el International Development Research Centre (IDRC) y el IPGRI. Agradecemos mucho a los agricultores Celso Cob Balam y Esteban Cuxin Uc, en cuyos campos se establecieron las parcelas de cruzamiento. Agradecemos también a toda la comunidad de Yaxcabá, Yucatán, que permitió realizar los trabajos de conservación *in situ*.

Referencias

Aguirre J.A. 1997. Análisis regional de la diversidad del maíz en el sureste de Guanajuato. Tesis (Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- Amri A.; Ceccarelli S.; Holly L.; Ngoc De N.; Onorati A.; Riley K.W.; Sthapi B.R; Subedi A.; Szekely B. 1997. Participatory plant breeding, adding value, and the effect of agricultural policy on genetic diversity of crops. En: Jarvis D.I. y Hodgkin T. (eds.). Strengthening the scientific basis of *in situ* conservation of agricultural biodiversity on-farm: Options for data collecting and analysis. Memorias. Workshop to Develop Tools and Procedures for *in situ* Conservation On-farm, agosto de 1997, Roma. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma, Italia. p. 54-56.
- Arias R.L.M.; Cob J.V.; Burgos L.A.; Canul J.; Chávez J.L.; Williams D.; Jarvis D. 1999. Conservación *in situ* de la biodiversidad de los cultivos de la milpa: Características morfológicas de 15 poblaciones de maíz de Yaxcabá, Yucatán. En: Memorias del Seminario Internacional sobre Agrodiversidad Campesina, mayo de 1999, Toluca, México. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. p. 81-85.
- Crossa J.; Taba S.; Wellhausen E.J. 1990. Heterosis patterns among Mexican races of maize. *Crop Sci.* 30:1182-1190.
- Duch G.J. 1991. Fisiografía del estado de Yucatán: Su relación con la agricultura. Universidad Autónoma de México, Chapingo, México. 229 p.
- Gurri F.D. 1997. Regional integration and its effect on the adaptability and environment of rural maya populations in Yucatán, Mexico. Tesis (Ph.D.). Department of Anthropology, Indiana University, E.U. 253 p.
- Márquez S. F. 1990. Back-cross theory for maize. I: Homozygosis and heterosis. *Maydica* 35:17-22.
- Molina G.J. 1978. Selección masal visual estratificada *in situ* en variedades de maíz. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. p. 109-111.
- Ortega P.R.; Dzib A.L.A. 1992. Recursos genéticos de maíz para la milpa. En: D. Zizumbo-Villareal D.; Rasmussen C.H.; Arias-Reyes L.M.; Terán-Contreras S. (eds.). La modernización de la milpa en Yucatán: Utopía o realidad. p. 135-145.
- Warman A. 1985. Estrategias de sobrevivencia de los campesinos mayas. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 65 p.