

El Sector Informal Preserva la Variabilidad y el Rendimiento del Maíz en Cuba

*Humberto Ríos Labrada¹, Conny Almekinders², Gladis Verde³,
Rodobaldo Ortiz¹, Pierre R. Lafont³*

- 1 Departamento de Fitomejoramiento, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.
- 2 Centro para Recursos Genéticos, Centro para la Investigación en Fitomejoramiento y Reproducción de Plantas (CPRO-DLO), Wageningen, Holanda.
- 3 Universidad Agrícola de La Habana (UNAH), San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.

Introducción

En el sistema informal de manejo de semilla, un agricultor obtiene su semilla de la que conserva de su cultivo o de la que recibe de otros agricultores que la conservan del mismo modo. Esta preservación de semillas incluye algo de selección, tanto natural como intencional, lo que da como resultado la conservación dinámica de las razas nativas que evolucionan (Berg 1996; Hardon y de Boef 1993).

El sistema informal de manejo de semilla se basa en la capacidad del agricultor para mantener, desarrollar, mejorar, enriquecer y utilizar la diversidad de los cultivos. El mayor énfasis se pone en mantener estable el rendimiento, en evitar riesgos y en hacer una agricultura en que se usen muy poco los insumos externos (de Boef et al. 1995).

La función importante que desempeña el sector informal en la producción de semillas en los países en desarrollo ha sido estudiada por Almekinders et al. (1994) y ha sido reconocida como un componente útil de diferentes estructuras del mejoramiento de cultivos. Habitualmente, este sistema informal se caracteriza por la diversidad en el tiempo y en el espacio y es esencial en muchos países y cultivos. El sector informal ha podido mantener variedades de especies de polinización abierta, como el maíz, haciendo selección en las semillas; los agricultores, además, no practican la separación espacial ni el aislamiento temporal puesto que los enfoques de mantenimiento se llevan a cabo en condiciones de variación genética extrema (Bellon y Brush 1994; Louette 1997; Wilkes 1977).

En la práctica, el sector informal de manejo de semillas ha estado suministrando la variabilidad de las razas nativas a los programas de mejoramiento, para condiciones específicas de estrés como las causadas por la temperatura, la sequía o las plagas, así como para la combinación de factores bióticos y abióticos que causan estrés. En efecto, el manejo que dan los agricultores a la semilla le ha permitido al sector formal seleccionar materiales adaptados a condiciones de cultivo de ingresos bajos.

Actualmente, Cuba está pasando por una crisis de insumos; los cultivos de maíz, por consiguiente, no han recibido abonos químicos ni riego artificial sistemático ni control de plagas con plaguicidas. Esta situación ha hecho disminuir el rendimiento a menos de 1 t/ha (promedio nacional actual), particularmente en las zonas sembradas con materiales provenientes del sector formal. No obstante, algunas comunidades agrícolas han podido mantener la estabilidad del rendimiento del maíz, así como los caracteres deseados por las comunidades para las variedades, a pesar del déficit de insumos y de la baja fertilidad de sus suelos.

Si se toman en consideración los problemas anteriormente mencionados, surgen las siguientes preguntas:

- ¿Está el sector informal en capacidad de ejercer alguna influencia en la cantidad y la calidad del rendimiento de maíz en Cuba, país que no se considera un centro de diversidad de esa especie?
- ¿Por qué algunos agricultores traen con frecuencia materiales de otras comunidades?
- ¿La homogeneidad externa del maíz de mazorca significa una falta de diversidad biológica?

Preguntas como éstas fueron suficientes para motivar el desarrollo de este trabajo, con el fin de identificar las posibles causas de la estabilidad y la calidad del rendimiento en el maíz en la comunidad El Tejar-La Jocuma, municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río.

Comunidad El Tejar-La Jocuma

La comunidad El Tejar-La Jocuma está situada en la cordillera Los Organos, municipio de La Palma, provincia de Pinar del Río, al nordeste de Cuba. La comunidad El Tejar-La Jocuma se caracteriza por una topografía irregular; un régimen de precipitación anual promedio de 1530 mm, y una temperatura anual promedio de 25 a 27 °C con una máxima de 27 a 29 °C y una mínima de 19 a 23 °C. La población está integrada por diversas razas (blanca, negra y mulata) como ocurre en otras localidades cubanas.

La comunidad es un sitio rural característico. La población está conformada por 62 familias (de 4 a 8 miembros cada una) que tienen explotaciones agropecuarias de 20 ha, en promedio; para cultivos alimentarios, el promedio es de menos de 4 ha por familia porque la tierra restante es bosque o tiene una fertilidad muy baja. En general, la tierra es de baja fertilidad a causa de la erosión que proviene del cultivo en las laderas. Los habitantes de la comunidad hacen, esencialmente, un cultivo de sostenibilidad para condiciones de bajos ingresos; por tal motivo, suplen sus necesidades alimentarias ellos mismos y dejan de adquirir cualquier producto alimentario ofrecido en el mercado local. Con frecuencia, los precios del mercado local son demasiado altos en relación con los ingresos que percibe el agricultor.

Cultivos

Con el fin de saber qué cultivos se siembran para el autoconsumo y cuáles para ser vendidos al gobierno y al mercado local o a ambas entidades, se hizo una encuesta a 28 familias agrícolas en sus tierras. Se les preguntó también acerca del control de plagas y enfermedades, los sistemas de riego y la fertilización.

Como era de esperarse, el tabaco (**Cuadro 1**) se consideró el principal cultivo económico, por las siguientes razones: goza de un precio alto; a los agricultores se les paga, en parte, en dólares estadounidenses; los agricultores reciben, además, insumos para este cultivo (de los cuales aplican a veces pequeñas cantidades a los otros cultivos). Aunque El Tejar-La Jocuma no está clasificada en la zona tabacalera más importante de la provincia de Pinar del Río, el tabaco ha desempeñado una función importante en los primeros asentamientos de esta región.

Los agricultores citaron, como cultivos alimenticios principales, el maíz, el frijol, la batata, la yuca y el arroz; los siguen el tomate, el taro, otros cultivos complementarios como el café. Es interesante notar el papel importante que desempeña el tomate en la agroindustria de la comunidad; casi toda la salsa de tomate consumida por los habitantes de la comunidad es producida y conservada por la industria casera, que la envasa en botellas viejas de cerveza o de ron.

En general, el consumo de hortalizas es muy escaso y sería interesante conocer la causa de esta situación, dadas las consecuencias que traería a la salud de la comunidad.

Todos los cultivos alimenticios habían sido cultivados aplicando un mínimo de productos químicos para el control de plagas y enfermedades. De vez en cuando se aplicaron pequeñas porciones de abonos químicos a unos pocos cultivos, derivadas de la cuota que le correspondía al tabaco. Los agricultores agregan al suelo 'palo de tabaco' (los desechos del cultivo de tabaco) y otros abonos orgánicos.

Manejo de la semilla de maíz

El maíz es el eje del sistema agrícola porque se cultiva durante todo el año, tanto en monocultivo como en cultivos múltiples; por tal razón, no se administró una encuesta específica a la población mencionada. Las preguntas se relacionaban con la selección de semilla, los procesos de aislamiento y la introducción de materiales de otros lugares; además, con el control de plagas y enfermedades.

El maíz, alimento de animales y de humanos, es uno de los cultivos principales que se ha desarrollado en un contexto de diversidad biológica. Por lo regular, los predios de menos de 2 ha están ocupados por un monocultivo de maíz durante la estación lluviosa (maíz de agua) o por un cultivo intercalado con diferentes clases de frijol durante el verano o el período seco (maíz de frío).

En cuanto a los *criterios de selección*, todos los agricultores encuestados manifestaron las siguientes preferencias:

- Maíz con mazorca de mejor envoltura que la proteja contra los insectos durante el proceso de almacenamiento.
- Plantas de una mazorca por planta (prefieren salvar una mazorca buena en vez de dos mazorcas mal formadas).
- Una mazorca llena de granos.
- Mazorcas más grandes, con tal que tengan todas las características antes mencionadas.

En resumen, para que los materiales de maíz cumplan con la condición de 'criollos', la mazorca debe estar llena de granos y debe tener buena envoltura. Los casos en que asocian así el concepto de variedad de maíz 'criollo' permiten suponer que la unidad de conservación del maíz es más grande que el hogar individual (Rice et al. 1998). Es interesante señalar que la envoltura total se considera un carácter poco común en las poblaciones de maíz (Rabit, comunicación personal); sin embargo, los agricultores han manejado este concepto a lo largo de muchos años mediante una combinación de caracteres recesivos y dominantes que producen las combinaciones que ellos desean.

Con respecto al color de la envoltura, el 70% prefiere el púrpura; el 30% restante seleccionó el blanco y el púrpura, sin distinción.

Los criterios de selección de los agricultores fueron dinámicos y muy variados. A pesar de esto, la investigación sobre la presión de selección practicada por los agricultores permite comprender mejor el dilema del progreso genético y de la reducción de la población vegetal (disminución de la diversidad).

En cuanto al aislamiento y a la introducción de materiales, el 50% de los agricultores habló de 'renovar su semilla', lo que significa traer de otros sitios algunas semillas. El otro 50% había seleccionado su semilla sin introducir material desde hacía más de 15 años.

Se observó que el material perteneciente a los agricultores que gustan de renovar su semilla se parecía mucho al de los demás agricultores. En varias ocasiones, las poblaciones de maíz quedaron separadas entre sí por menos de 10 m; además, la población del acervo genético de maíz se sembraba aproximadamente en la misma época; por tanto, era posible que ocurrieran cruza que explican la semejanza de los materiales. Probablemente, las poblaciones de maíz de los agricultores que no renovaron su semilla eran, sin saberlo, un resultado de la polinización cruzada entre los materiales de los agricultores que aplicaban ambos criterios (renovar o no renovar).

Los agricultores que renovaban su semilla asociaron la mezcla de tipos con los fenómenos de endogamia que suceden en los animales. Lo explicaron diciendo que, así como daban más vigor a sus animales trayendo otras montas de una 'vega' diferente (otra explotación agropecuaria) para 'renovar la sangre', de modo semejante la semilla de maíz necesitaba ser renovada.

Las ideas del flujo de semilla (Figura 1) aclaran que la formación de los acervos de genes de un agricultor A se logra de tres maneras:

- con su propia semilla;
- por intercambio intensivo con un agricultor B o con otros agricultores de la comunidad;
- con la semilla de otras comunidades que es intercambiada con frecuencia.

Es posible deducir, por tanto, que una vez que los agricultores A y B han finalizado sus actividades de cosecha, ambos serían la fuente natural de semillas para ellos mismos, para algunos vecinos de la comunidad y para los amigos o las familias de otras comunidades. Es importante señalar que la clasificación del maíz para semilla es una práctica común de todos los miembros de la comunidad encuestada.

Se hacen, al mismo tiempo, intercambios porque los agricultores de un sitio producen sólo durante una época para evitar ciertos riesgos; por ejemplo, algunas de las mejores tierras para el cultivo intercalado de maíz y frijol están en una región que puede ser arrasada por una creciente del río durante el período de lluvias, de manera que los agricultores no pueden obtener cosechas de maíz dos veces al año y por eso experimentan la necesidad de solicitar semilla de otros agricultores que pueden obtenerla en condiciones de montaña; éstos se convierten, asimismo, en fuente de semilla para otros agricultores de la comunidad durante el período seco.

Algunos fitomejoradores consideran que la *selección recurrente* es un proceso cíclico que incluye tres fases:

- el desarrollo de progenies,
- la evaluación de progenies, y
- la recombinación de las familias o las progenies seleccionadas.

Comparándolas con el ciclo de semillas de El Tejar-La Jocuma se encuentran las siguientes similitudes:

- los agricultores forman sus progenies y tienen un acervo de genes histórico que desarrollan año tras año;
- los agricultores que renuevan su semilla pueden seleccionarla continuamente, lo mismo que las semillas interesantes que vienen de otra 'vega';
- los agricultores que renuevan su semilla habían estado encargados de recombinar las progenies extranjeras, de manera intencional y directa, con su progenie; y, de manera indirecta y no intencional, con las progenies de los agricultores que no las mezclaron intencionalmente.

Es curioso que no todos los agricultores se distinguieron por obtener semilla de maíz; algunos de ellos, aunque afirmaron que no renovaban su semilla, también fueron considerados fuente de semilla en la comunidad. Este hecho permite suponer que el desempeño del maíz estaría asociado con la composición del acervo de genes que poseen los agricultores, con las condiciones socioeconómicas de éstos y con el sitio que ofrecía más ventajas, por su fertilidad, para el cultivo del maíz.

En efecto, los resultados de la encuesta permitieron suponer que el nivel de introducción, las actividades de combinación de materiales y una actitud de selección amplia de los agricultores podrían determinar el mantenimiento y el desempeño de su material 'criollo'. El sector formal no hizo un impacto considerable en la composición de los acervos de genes de esta comunidad.

Manifestación de la Variabilidad del Maíz

A fin de comprender la variabilidad fenotípica de la raza local de maíz de esta comunidad y su potencial respecto a los programas que tienden a elevar los bajos ingresos, se recogieron 36 mazorcas de diferentes agricultores. Cada mazorca se consideró como una línea, de manera que se sembraron 36 líneas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas durante la estación de primavera, sin ningún riego artificial ni control químico de plagas ni fertilización química. El régimen de precipitación fue favorable.

En parcelas de 40 plantas con dos repeticiones, cuyo suelo era ferralítico rojo con tendencia a la baja fertilidad, se sembraron los materiales recogidos en una distribución sistemática, utilizando como testigos dos variedades comerciales. Se midieron los siguientes caracteres cualitativos y cuantitativos:

Caracteres cualitativos

- Tipo de mazorca
- Color de los granos (amarillo, anaranjado y rojo)
- Forma de los granos (aplanada, puntiaguda, redondeada y abollada)
- Envoltura (presente o ausente)

Se observó que más del 90% de las mazorcas tenían envoltura completa y estaban llenas de granos. Estas dos características dan una apariencia de homogeneidad al cultivo; sin embargo, las demás características, o sea, el tipo de mazorca (9 formas), el color de los granos (3 colores) y la forma de los granos (4 formas), eran, al parecer, variables.

Es interesante el hecho de que la mayoría de las mazorcas estaban llenas de granos, un carácter que es difícil de ver, generalmente, en el sector formal de manejo de semilla (Rabit, comunicación personal). Esto significa que el manejo de la semilla escogido por el agricultor era, al parecer, esencial para formar esta población.

Caracteres cuantitativos

- Peso de la mazorca
- Peso de los granos
- Número de hileras
- Diámetro de la mazorca
- Longitud de la mazorca

Para agrupar todas las líneas según los caracteres cuantitativos, se aplicó un análisis de componentes principales (**Figura 2**).

Los caracteres cuantitativos exhibieron también una variabilidad fenotípica alta. Los principales componentes permitieron clasificar nueve grupos partiendo de un 70% de variación representada en el número de hileras, C2, y en el rendimiento, C1.

Las hileras 46, 23, 11, 25, 14, 22, 50, 24 y 17, provenientes de mazorcas recogidas en El Tejar-La Jocuma, se clasificaron como materiales de alto rendimiento en las condiciones ambientales de San José de las Lajas y su mazorca tenía envoltura completa; una variedad comercial, la FR-28, presentó envoltura abierta.

Es importante señalar que un 70% de la población que fue clasificada en los niveles alto e intermedio de desempeño, en condiciones de bajos ingresos, presentó rendimientos que oscilaban entre 2.5 y 4.5 t/ha, resultado que atrajo la atención de los técnicos y de los trabajadores de la estación experimental; en efecto, en los alrededores (a menos de 10 m) y en condiciones aparentemente similares, un experimento similar producía menos de 2 t/ha. En esta prueba, la semilla de maíz se obtuvo de un Ciclo 4 de selección masal relativamente aislado de otros materiales y las parcelas fueron fertilizadas según las reglas convencionales.

Relación manejo/rendimiento

Los resultados antes mencionados sugieren que el rendimiento favorable de las líneas provenientes de la comunidad El Tejar-La Jocuma está asociado con el manejo dado por esa comunidad a la semilla de maíz. Mediante ese manejo, se pudo aumentar el desempeño promedio de la población de maíz y mantener su variabilidad genética para facilitar la selección a largo plazo. Este es un objetivo común de la selección recurrente empleada para mejorar el maíz en el sector formal. Por consiguiente, los principios de la selección recurrente concuerdan con la idea de aumentar el rendimiento que apoya la variabilidad; la reducción de la variabilidad, criticada en los programas convencionales de fitomejoramiento tiene, probablemente, una relación lineal con el mantenimiento de los recursos fitogenéticos, los mejoradores, las empresas productoras de semilla y los consumidores.

Las razas nativas de El Tejar-La Jocuma tuvieron un desempeño favorable en condiciones ambientales tan diferentes como las que prevalecen en San José de Las Lajas; este resultado permite suponer que las razas nativas tienen una amplia adaptación para las condiciones de ingresos bajos. Surge, por tanto, la hipótesis de la presente investigación: la variabilidad del maíz en la comunidad de El Tejar-La Jocuma sería una mediación muy útil para establecer un flujo de genes del maíz que, prácticamente, no existe en las condiciones de San José de las Lajas.

Los métodos de conservación *in situ* de las razas nativas de maíz son considerados con escepticismo por los fitomejoradores. Mientras la conservación de genes y el mejoramiento de los cultivos estén conectados directamente, cualquier forma de conservación será estimada por los beneficios que traiga, a corto plazo, para los mejoradores (Damania 1996); por consiguiente, los métodos *in situ* recibirán una oposición considerable (Brush 1991).

Conclusiones

A diferencia de lo que sucede en los países industrializados, la industria de semillas de Cuba está todavía en sus comienzos. Se ha reportado, sin embargo, una gran variabilidad en los recursos fitogenéticos (Hammer et al. 1992), resultado que señala la posibilidad de hacer una buena selección de variedades en condiciones de ingresos bajos. El fitomejoramiento participativo permitirá, en las actuales condiciones de Cuba, apoyar más la conservación *in situ* e intensificar el intercambio de semillas dentro de una comunidad y además entre las comunidades, las organizaciones de agricultores y los institutos de investigación.

En suma, vincular los sistemas informales y formales de manejo de semillas en la agricultura cubana, dada la crisis de ingresos que ella atraviesa actualmente, es una necesidad legítima del bienestar de los agricultores y del esfuerzo por evitar la erosión genética actual. Son necesarios, en efecto, los enfoques alternativos mencionados para incrementar el rendimiento partiendo de la diversidad y del manejo conciente del flujo de genes.

Referencias

- Almekinders C.J.; Louwars M.P.; de Brujin G.H. 1994. Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78:207-216.
- Bellon M.R.; Brush S.B. 1994. Keepers of maize in Chiapas. *Econ. Bot.* 48(2):196-209.
- Berg T. 1996. Dynamic management of plant genetic resources: Potential of emerging grass roots movements. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Plant Production.
- Boef W.S. de; Berg T.; Haverkot B. 1995. Farmers, crops and landraces; Farmers' roles in the development and conservation of crop diversity. CPRO-DLO Centre for Genetic Resources, Wageningen, Holanda.

- Brush S.B. 1991. A farmer-based approach to conserving crop germplasm. *Econ. Bot.* 45(2):153-165.
- Damania A.B. 1996. Review of options complementary to standard *ex situ* methods. *Plant Genetic Resources Newsletter* (107):1-18.
- Hammer K; Esquivel M.; Knüffer H. 1992. Evolution and diversity of Cuban plant genetic resources. Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzen für Shung. Gatersleben, Alemania.
- Hardon J.J.; Boef W.S. de. 1993. Linking farmers and breeders in local crop development. En: Boef W.S de; Amanor K.; Wellard K.; Bebbington A. *Cultivating knowledge: Genetic diversity, farmer experimentation and crop research* Intermediate Technology Publications, Londres, Inglaterra. p 64-71.
- Louettee D.; Charrier A.; Berthaud J. 1997. In situ conservation of maize in Mexico: Genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ. Bot.* 51(1):20-38.
- Rice E.; Smale M.; Blanco J.L. 1998. Farmers' use of improved seed selection practices in Mexican maize: Evidence and issues from the Sierra Santa Marta. *Economics Working Paper*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y el Trigo (CIMMYT), Chapingo, México.
- Rios H.A.; Fernández A.; Casanova, E. 1998. Tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) for marginal conditions: Breeding for stress interactions. *Plant Genetic Resources Newsletter* 113:1-4.
- Roger A.; Weyrich K. R.; Lamkey A.; Hallauer R. 1998. Response to seven methods of recurrent selection in the BS11 maize population. *Crop Sci.* 38:308-321.
- Wilkes H.G. 1977. Hybridization of maize and teosinte in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. *Econ. Bot.* 31(3):254-293.