

Capítulo 3: Evaluación de los efectos en la diversidad genética

J. Berthaud y P. Gepts

Resumen

La diversidad fenotípica de las razas criollas de maíz resulta evidente en el color del grano, en la forma y tamaño del grano y de la mazorca, y en características agronómicas como el tamaño de la planta y la duración del ciclo de cultivo. Esta diversidad en los fenotipos es lo que tradicionalmente se ha utilizado para clasificar las poblaciones en “razas”. A la fecha se han descrito 59 razas de maíz en México. De acuerdo con análisis de ADN, estas razas se organizan en un continuo y su diferenciación obedece sobre todo a un aislamiento producto de la distancia. Estudios genéticos recientes de variedades criollas en Oaxaca (México) señalan que el flujo de genes entre poblaciones de maíz es cuantitativamente importante, pero que el manejo que los campesinos hacen de las semillas es lo que mantiene una marcada diferenciación agromorfológica entre las poblaciones del grano.

En los sistemas agrícolas tradicionales, los campesinos desempeñan una amplia gama de funciones en relación con la producción y el mantenimiento de las semillas: son ellos quienes conservan los recursos genéticos; seleccionan y plantan las semillas a partir de sus variedades, y tras la cosecha, son los principales consumidores de sus productos. Si bien en México las prácticas agrícolas tradicionales coexisten con el sector agrícola moderno, lo cierto es que la distribución del sistema de subsistencia es mucho más amplia. En este sistema las razas criollas son resultado de una evolución continua en la que influyen varios factores, entre otros: 1) el *reciclaje de la semilla*: guardar semillas de una temporada para la siguiente es una práctica generalizada entre los pequeños agricultores mexicanos; cuando menos desde la perspectiva campesina, la selección del grano también puede ser fundamental para mantener la integridad de una variedad criolla, que mediante la hibridación fácilmente podría perderse; y 2) los *flujos de semilla*: con frecuencia los campesinos mexicanos adquieren semillas de otros productores o de otras fuentes —tanto al interior como de fuera de la comunidad— por diferentes razones, entre ellas la experimentación, el inicio en las labores agrícolas y la insuficiencia de semilla; así, los agricultores tradicionales en forma activa mantienen las razas criollas como entidades dinámicas.

Mediante la hibridación recurrente con el material genético local (proceso de “acriollamiento”), los agricultores procuran modificar los cultivares de maíz introducidos a efecto de mejorar su desempeño local y la aceptación entre los consumidores, y de ninguna manera consideran que este proceso signifique una “contaminación”. Sin embargo, si la introducción de variedades modernas se vuelve un proceso permanente y profundo, podría alcanzarse un umbral más allá del cual la saturación de genes de esos cultivares reduciría o eliminaría la diversidad genética de las razas criollas locales. Además, la evolución de las variedades tradicionales —basada en la hibridación, la recombinación y la selección— podría adoptar rumbos insospechados en relación con las variedades modernas. Mediante la recombinación, los genes pertenecientes a una

variedad específica pueden migrar hacia nuevos contextos genéticos en los que nuevos enlaces e interacciones genéticas modifiquen la expresión de los transgenes en forma impredecible.

El teocinte, pariente silvestre más cercano del maíz, se considera en México una maleza y los agricultores procuran controlar su presencia en las milpas. En muchos lugares del país (Balsas, Chalco y el Altiplano Central), maíz y teocinte coexisten. El teocinte suele florecer entre dos y tres semanas después que el maíz, pero en ocasiones la floración de ambas especies coincide. Además existen sistemas genéticos que limitan, aunque no excluyen por completo, el cruzamiento entre maíz y teocinte. Los indicios del grado de introgresión de los alelos del maíz en el teocinte son mixtos: el ejemplo más convincente de la introgresión corresponde a poblaciones de *Z. Diploperennis*; en cambio, Kato (1984) no logró encontrar prueba genética alguna de la introgresión. La presencia en los campos de cultivo de plantas que al parecer son híbridos F₁ entre maíz y teocinte está ampliamente documentada, pero se carece de información sobre el comportamiento de las generaciones híbridas subsiguientes. Tampoco se ha determinado si la hibridación entre genomas diferentes se traduce en inestabilidad genómica y movimiento de genes al interior del genoma del maíz.

Los diferentes agroecosistemas tienden a presentar muy distintas presiones de selección; por tanto, lo que constituye un efecto benéfico en un contexto de agricultura industrializada, por ejemplo, de ninguna manera puede asumirse como tal en un escenario de agricultura tradicional del maíz o entre parientes silvestres como el teocinte. Entre las principales plagas del cultivo en México destacan ciertos lepidópteros que pueden ser vulnerables a la mayoría de las variedades Bt que se han comercializado en Estados Unidos. Sin embargo, aún se precisa mayor información sobre la forma de limitar estas plagas en las prácticas agrícolas tradicionales de cultivo del maíz y también para el teocinte. Si se introducen genes para la tolerancia a los herbicidas en otros genotipos, éstos a su vez podrían volverse tolerantes a los herbicidas. Ello podría resultar benéfico para los agricultores locales si pueden o están dispuestos a utilizar los herbicidas adecuados, y si el propietario de la patente tolera esta fuga inadvertida sin pretender demandar a los agricultores. En caso de que la tolerancia a herbicidas se introdujera al teocinte mediante el flujo de genes, entonces podría perderse una posible herramienta de control del teocinte en las milpas.

El hecho de que un transgén se propague o no hacia razas criollas depende de numerosos factores, incluidos el nivel de flujo génico en una temporada de cultivo dada y en temporadas sucesivas, así como el efecto selectivo del transgén. Si los transgenes se ven favorecidos selectivamente, la selección puede dar lugar a una disminución de la diversidad genética en la vecindad genómica del gen en cuestión. El tamaño de la región afectada, sujeta a la reducción en la diversidad genética (“ventana genómica”), es proporcional a la ventaja selectiva del gen seleccionado e inversamente proporcional al nivel de recombinación. En el maíz, cuyos índices de recombinación genética son altos, la región con una diversidad menguada como resultado de la selección en un único gen sería pequeña (una centésima de un 1 por ciento). Por consiguiente, cualquier efecto de un único transgén en la diversidad genética de una raza criolla o del teocinte probablemente será insignificante desde un punto de vista biológico, a menos que existan

niveles elevados de introgresión genética de los cultivares transgénicos hacia las poblaciones criollas o de teocinte, en cuyo caso la diversidad genética podría verse desplazada por la diversidad limitada de los cultivares transgénicos.

Hasta ahora se ha logrado un consenso en cuanto a que en el campo mexicano se registra ya la presencia de secuencias transgénicas en razas criollas de maíz, aunque no así todavía en el banco de genes del Cimmyt. Esto da pie a muchas preguntas abiertas respecto de las secuencias transgénicas, incluidas la dimensión geográfica de los transgenes (¿cuán extendidos están?); su intensidad local (¿cuál es su frecuencia local?); su identidad (¿se trata exclusivamente de variedades comerciales, como las que confieren resistencia a herbicidas y a insectos [gen Bt], o corresponden a genotipos aún no comercializados, como el maíz transformado para la producción farmacéutica?); su posible presencia en teocintes; su origen (almacenes de gobiernos locales, emigrantes a Estados Unidos, empresas distribuidoras de semillas u otras fuentes); el destino de los transgenes en el maíz criollo y el teocinte, y el papel de agricultores y otras personas en el flujo de genes por medio del polen y las semillas.

Los procesos por los que se genera y mantiene la diversidad genética del maíz son muy dinámicos, y el resguardo de la diversidad debería basarse en la preservación de estos procesos, así como en la conservación de las razas criollas en sí mismas. Los autores sostienen que el hecho de que los agricultores logren establecer esquemas de selección más eficaces puede constituir un adecuado incentivo para la conservación de sus variedades tradicionales. Incluso puede capacitárseles para que pongan en práctica ciertas formas de fitomejoramiento, si aún no lo están haciendo. Este tipo de difusión requeriría de un servicio activo de extensión, una red de ONG o cooperativas locales, o una red de escuelas técnicas. La conservación de la diversidad genética puede lograrse mediante un uso más activo de las distintas razas criollas y su variedad de productos, sobre todo en zonas urbanas donde muchos de los productos de maíz están siendo hoy día uniformados y sometidos a procesos de estandarización. Informar a los consumidores urbanos acerca de la diversidad del maíz y sus productos ayudaría a fomentar su uso y permitiría la conservación de la diversidad de las razas criollas en el campo. Por otra parte, se requiere de mayor investigación en las áreas de biología de la floración, flujo de genes y aislamiento reproductivo del maíz. Además, es preciso realizar estudios que documenten el grado de distribución de transgenes entre poblaciones de maíz criollo y teocinte, para su publicación en revistas científicas calificadas, con apego a protocolos sustentados en repetición y pruebas a ciegas, con supervisión externa.