Desde el Herbario CICY 9: 48–53 (2/Marzo/2017)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Introgresión genética entre poblaciones silvestres y domesticadas: importancia e implicaciones para los centros de origen y domesticación de cultivos

JAIME MARTÍNEZ CASTILLO Y FÉLIX DZUL TEJERO

Unidad de Recursos Naturales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, 97205,
Mérida, Yucatán, México
jmartinez@cicy.mx

Desde un punto de vista evolutivo, cualquier estrategia de conservación de los recursos genéticos que se considere sustentable, debe mantener los procesos que generan variación heredable en las poblaciones domesticadas, para así proveer las bases genéticas para la adaptabilidad de estas poblaciones. Uno de estos procesos evolutivos es la introgresión genética. A pesar de su importancia evolutiva, ecológica y económica, la introgresión genética, que de manera natural sucede entre las especies domesticadas y sus parientes silvestres en los centros de origen y domesticación de cultivos, como es el caso de México, ha sido poco estudiada y el papel que juegan los productores tradicionales en este proceso ha recibido igualmente poca atención.

Palabras clave: Diversidad genética, frijol, Ibes, *Phaseolus lunatus*.

La introgresión genética es la incorporación permanente de genes desde una población a otra, seguida por retrocruzamientos recurrentes de los híbridos con los parentales y viceversa (Rhymer and Simberloff, 1996). Una forma común de introgresión en plantas, es aquella favorecida por la compatibilidad genética entre las especies domesticadas y sus parientes silvestres, lo que da origen a complejos inter-reproductivos silvestre-arvense-domesticado (también llamados enjambres híbridos), que producen poblaciones de individuos con diferentes grados de introgresión (Gran, 1981; Ellstrand *et al*., 1999). Se ha señalado que las nuevas combinaciones genéticas resultantes de esta introgresión, han jugado un papel primordial en la evolución de las especies domesticadas y que este proceso, sigue incrementando la diversidad genética de los cultivos (Harlan, 1965; Arnold, 1992).

La introgresión natural de genes provenientes de las poblaciones silvestres hacia las poblaciones domesticadas, es particularmente importante en los centros de origen y domesticación de cultivos, en donde las variedades nativas crecen simpátricamente (en el mismo lugar) con sus parientes silvestres. Esta introgresión solo puede ocurrir, cuando los agricultores conservan parte de su semilla cosechada para el siguiente ciclo agrícola y/o, realizan prácticas culturales que favorecen/toleran el crecimiento de parientes silvestres en o alrededor de sus parcelas tradicionales (Barnaud *et al*., 2009). Es interesante señalar, que muchos casos considerados como introgresión natural entre poblaciones silvestres y domesticadas, en realidad podrían ser casos de introgresión asistida por productores, sin embargo, para sostener esta hipótesis, es necesario profundizar en las prácticas agrícolas tradicionales y en el conocimiento empírico de los productores sobre el proceso de introgresión.

México es uno de los tres centros de origen y domesticación de plantas más

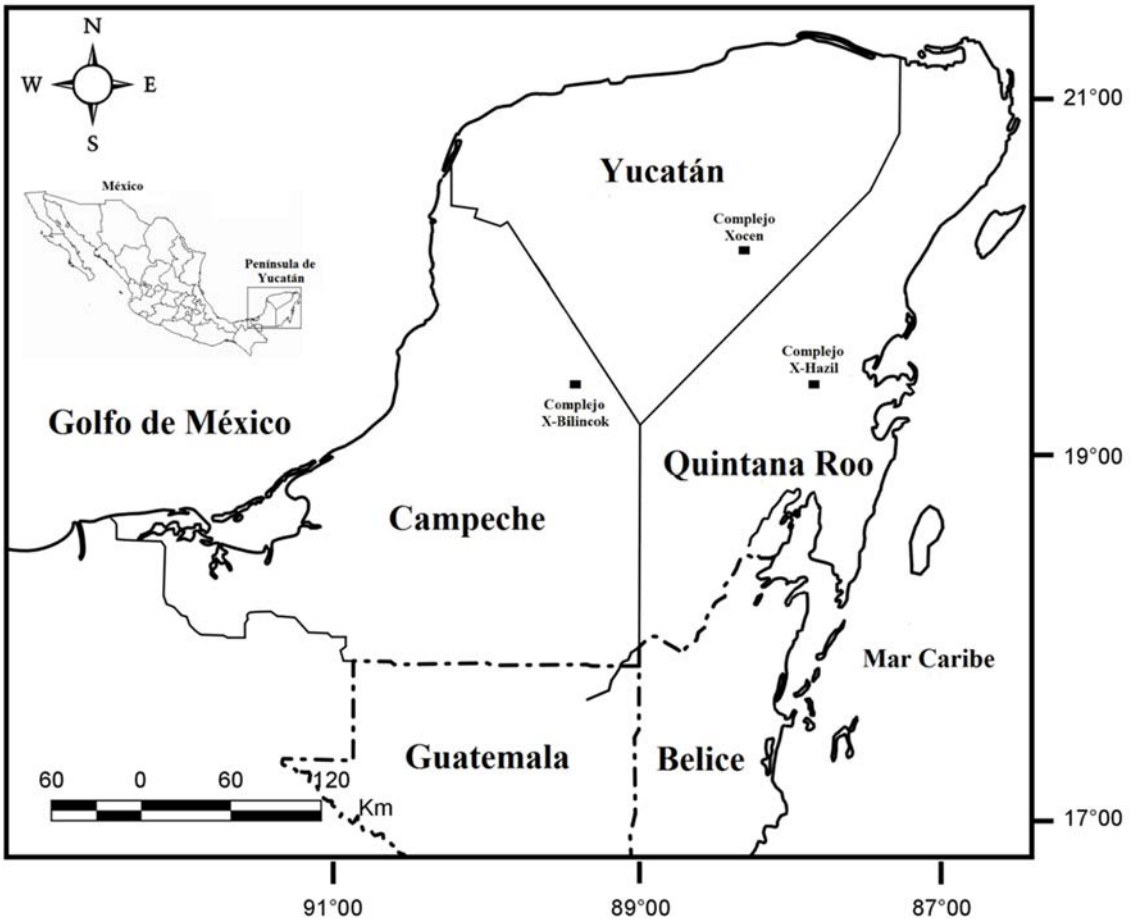

Figura 1. Ubicación geográfica de los tres complejos inter-reproductivos de frijol Lima (*Phaseolus lunatus*). (Tomada de Dzul-Tejero *et al*., 2014).

importante del mundo (Harlan, 1965). En nuestro país podemos encontrar los parientes silvestres del maíz (*Zea mays* L.), frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y de muchas otras especies domesticadas. Esto hace de México un área excelente para estudiar la introgresión genética silvestre-domesticado y, el papel que juegan los productores tradicionales en este proceso. Desde el año 2000, nuestro grupo ha estudiado diferentes aspectos de la domesticación del frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.), una de las cinco especies de frijol domesticadas en México. En 2012 encontramos tres milpas (complejos) en la Península de Yucatán (Figura 1), en donde crecían plantas silvestres (ib-cho, en Maya) y domesticadas (ib o ibes, en Maya) del frijol lima, lo que abrió la posibilidad de evaluar la introgresión genética en tres complejos inter-reproductivos en condiciones de agricultura tradicional.

Empleando marcadores moleculares llamados microsatélites y pruebas de asignación de individuos, los resultados que encontramos en los tres sitios de estudio (Figura 2) fueron muy interesantes (Dzul-Tejero *et al*., 2014):

1) En el complejo Xocen se observaron niveles bajos de introgresión: solo cuatro individuos domesticados de 20 analizados, mostraron introgresión genética con la población silvestre, y se observó una clara diferenciación entre la población silvestre (en color rojo) y la domesticada (en color verde), es decir, aquí no hubo cruzamiento de genes.

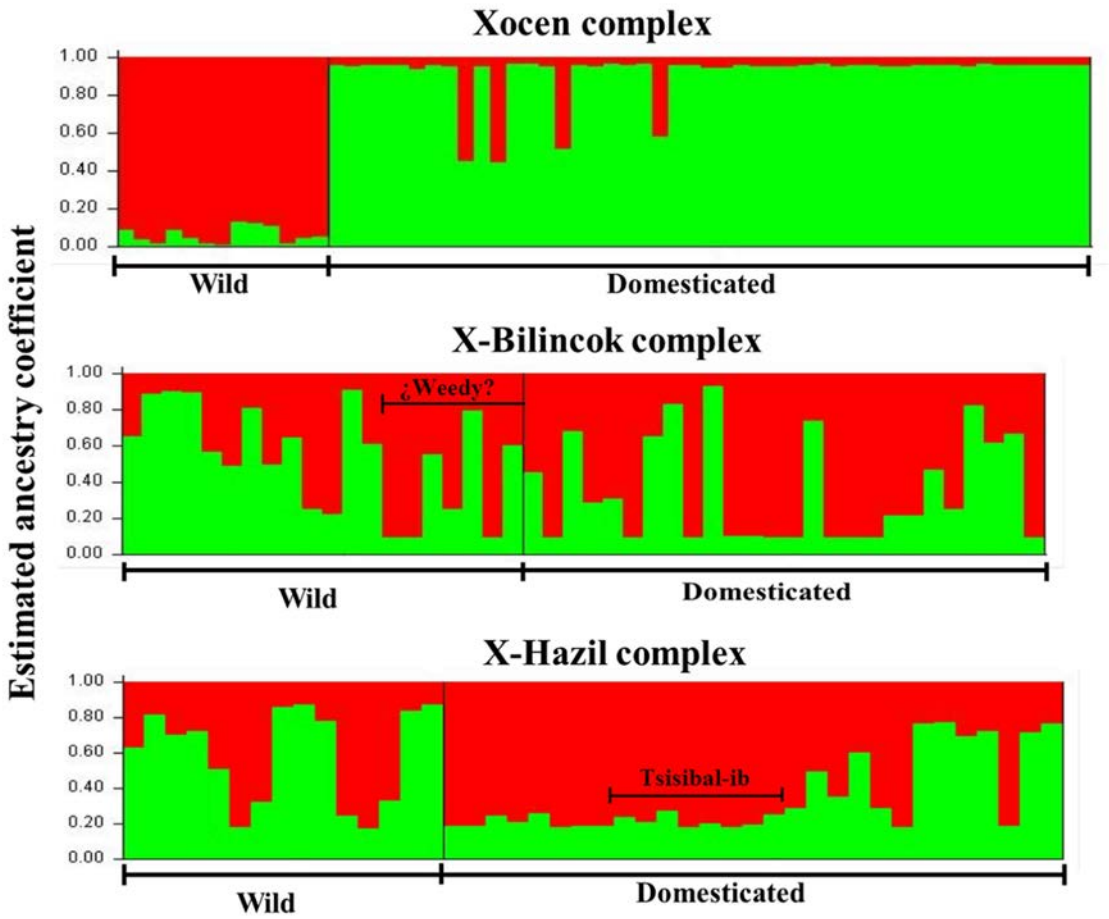

Figura 2. Análisis molecular de la introgresión genética en tres complejos inter-reproductivos de frijol Lima, usando 12 loci de microsatélites y pruebas de asignación de individuos. (Tomada de Dzul-Tejero *et al*., 2014). [Complex=complejo; wild=silvestre; domesticated=domesticado; weedy= arvense; estimated ancestry coefficient= coeficiente estimado de ancestría].

2) En los complejos de X-Bilincok y X-Hazil, se observaron niveles altos de introgresión: la mayoría de los individuos mostraron introgresión en ambas direcciones, esto es, individuos silvestres introgresados con material domesticado y viceversa, y no se observó una diferenciación clara entre las poblaciones silvestres y la domesticadas, no hay división clara de ambos acervos (representados por colores en la Figura 2).

¿Por qué existen estas diferencias? La respuesta reside en el papel que juega cada campesino dueño de la milpa en donde se encontraron los diferentes complejos. Para Xocen, el campesino tenía una idea clara de que las plantas que el cultivaba podrían "mezclarse" con las plantas silvestres y consideraba, que ésto no era bueno para la semilla resultante, ya que podría salir amarga y por lo tanto, no podría venderla en el mercado de Valladolid. La semilla silvestre del frijol Lima, a diferencia de las variedades más comerciales, contiene un compuesto cianogénico (linamarina) y un sabor amargo, que impide su consumo por el hombre y mamíferos en general. Para evitar esta "mezcla", el campesino practicaba dos estrategias: 1) eliminar las plantas que reconocía como silvestres; sin embargo, este reconocimiento podía lograrlo eficientemente solo cuando las plantas silvestres estaban en etapa de floración/fructificación, tiempo demasiado tarde para evitar la introgresión; 2) eliminar toda semilla que no se

Desde el Herbario CICY 9: 48–53 (2/Marzo/2017)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

Figura 3. Semillas silvestres/arvenses (línea superior) y domesticadas (línea inferior) presentes en el complejo Xocen. (Fotografía: Jaime Martínez).

parecía a la de sus variedades sembradas (Figura 3), lo cual hacía en las etapas de cosecha y de selección de la semilla, que usaría en el siguiente ciclo agrícola.

En los casos de X-Bilincok y X-Hazil, los campesinos no realizaron prácticas agrícolas para impedir la introgresión, ¿por qué? Por ejemplo, en X-Bilincok, el campesino no estaba consciente de la existencia de este proceso entre las plantas silvestres y cultivadas de frijol Lima que crecían en su milpa. Sin embargo, un caso diferente fue X-Hazil, en donde el campesino sí estaba consciente de la introgresión, pero consideraba que la semilla de sus variedades cultivadas no estaba o había sido afectada por dicho proceso. Un hallazgo muy interesante fue que el campesino de X-Hazil estaba seleccionando semillas arvenses (weedy) (Figura 4) generadas de la introgresión genética entre sus variedades nativas y la población silvestre que creció en su milpa. Este campesino ya había asignado un nombre a estas semillas arvenses (nombrándolas como Tsisibal-ib), y las estaba sembrando en su huerto para incrementar la cantidad de éstas y así sembrarlas en próximos ciclos agrícolas. Cabe señalar que en ambos complejos, la producción estaba destinada para autoconsumo y no para venta, por lo que el sabor de la semilla no ejercía una presión de selección en contra, siempre y cuando ésta pudiera comerse.

¿Qué lecciones obtenemos de estos tres casos? 1) Aun cuando los productores tradicionales realizan prácticas agrícolas para impedir la introgresión (caso Xocen), ésta existe de manera natural –en menor o mayor grado– cuando entran en contacto las poblaciones silvestres con las domesticadas, como resultado del movimiento de polen entre ambas poblaciones, las cuales suelen crecer a distancias menores a un metro e incluso, sobre la misma planta de maíz que usan como soporte; 2) los análisis de diversidad genética mostraron niveles altos asociados a niveles mayores de introgresión, lo que indica que este proceso evolutivo sigue jugando un papel importante en introducir e incrementar la variación genética de las especies domesticadas, 3) existe introgresión asistida por campesinos (caso X-Hazil), que puede

Figura 4. Lote de semillas cosechadas del complejo X-Hazil. (Fotografía: Jaime Martínez). Las flechas indican las semillas de color más oscuro, que corresponden a las semillas arvenses Tsisibal-ib.

llevar a la generación de nuevas variedades cultivadas.

En conclusión, los campesinos juegan un papel muy importante en la introgresión genética –natural o asistida– de las especies domesticadas y sus parientes silvestres en sus centros de origen y domesticación.

Referencias

Arnold M.L. 1992. Natural hybridization as an evolutionary process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 237-261.

Barnaud A., Deu M., Garine E., Chantereau J., Bolteu J., Koïda E.O., McKey D., y Joly H.I. 2009. A weed–crop complex in sorghum: the dynamics of genetic diversity in a traditional farming system. *American Journal of Botany* 96(10): 1869-1879.

Dzul-Tejero F., Coello-Coello J., y Martínez-Castillo J. 2014. Wild to crop introgression and genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in traditional Mayan milpas from Mexico. *Conservation Genetics* 15: 1315-1328.

Ellstrand N.C., Prentice H.C., y Hancock J.F. 1999. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 539-563.

Grant V. 1981. *Plant speciation*. 2d. ed. Columbia University Press, New York. 563 Pp.

Harlan J.R. 1965. The possible role of weedy races in the evolution of cultivated plants. *Euphytica* 14:173-176.

Rhymer J.M. y Simberloff D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 27: 83-109.

Desde el Herbario CICY, 9: 48–53 (2-Marzo-2017), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editor responsable: Ivón Mercedes Ramírez Morillo. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97200, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 2 de marzo de 2017. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.