

Un gen para ti, un gen para mí: flujo genético entre parientes silvestres y plantas domesticadas

El flujo genético se refiere al movimiento de genes entre individuos o poblaciones. En ocasiones puede darse también entre especies cercanamente emparentadas, como en el caso de las plantas domesticadas y sus parientes silvestres. Los parientes silvestres son de gran importancia para la seguridad alimentaria debido a su gran diversidad genética, que los convierte en una reserva natural de genes. Las consecuencias del flujo genético silvestre-domesticado dependerán de la intensidad y dirección en la que se muevan los genes, siendo la preocupación principal el riesgo que puede existir para el mantenimiento de la diversidad genética de los parientes silvestres.

Palabras clave:
conservación, dispersión,
diversidad genética,
fuerza evolutiva,
selección artificial.

MAURICIO HEREDIA-PECH^{1,2} Y MARIANA CHÁVEZ-PESQUEIRA¹

¹Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 x 32 y 34, No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán, 97205, México.

²mauricio.herediape@gmail.com

El flujo genético se refiere al movimiento de genes entre individuos o poblaciones mediante procesos de dispersión y reproducción (Petit & Excoffier, 2009). El flujo genético es considerado una fuerza evolutiva (junto con la selección natural, la mutación y la deriva genética), ya que forma parte de la maquinaria que permite la evolución de los seres vivos y, en este caso en específico, lo hace a través del movimiento de genes.

En el caso de las plantas que se reproducen sexualmente, el flujo genético es un proceso muy importante para que el polen llegue de una planta a otra. Dado que las plantas son organismos sésiles, es decir, que no pueden moverse como los animales, muchas veces requieren que el polen y las semillas (que contienen la información genética) sean transportados por diferentes medios, como aire o agua (agentes abióticos), o con la ayuda de otros organismos (agentes bióticos) que actúan como polinizadores o dispersores (Figura 1). El flujo genético es un proceso común para las plantas y ha permitido que exista conectividad genética entre poblaciones. En ocasiones, también puede ocurrir flujo genético entre especies de plantas genéticamente cercanas; un ejemplo de esto son las plantas que hemos domesticado y sus parientes silvestres. Las plantas domesticadas derivan de plantas silvestres sobre las cuales, por medio de la selección artificial, se ejercieron presiones selectivas por parte de los humanos para favorecer cambios en ciertas características de interés (Pickersgill, 2007). A este proceso se le conoce como domesticación. Durante el proceso de domesticación se seleccionan y reproducen solo los individuos silvestres que presenten las características particulares de interés, por ejemplo, frutos más grandes o dulces o con fibras más resistentes.

@CICYoficial    

 GOBIERNO DE
MÉXICO

    gob.mx

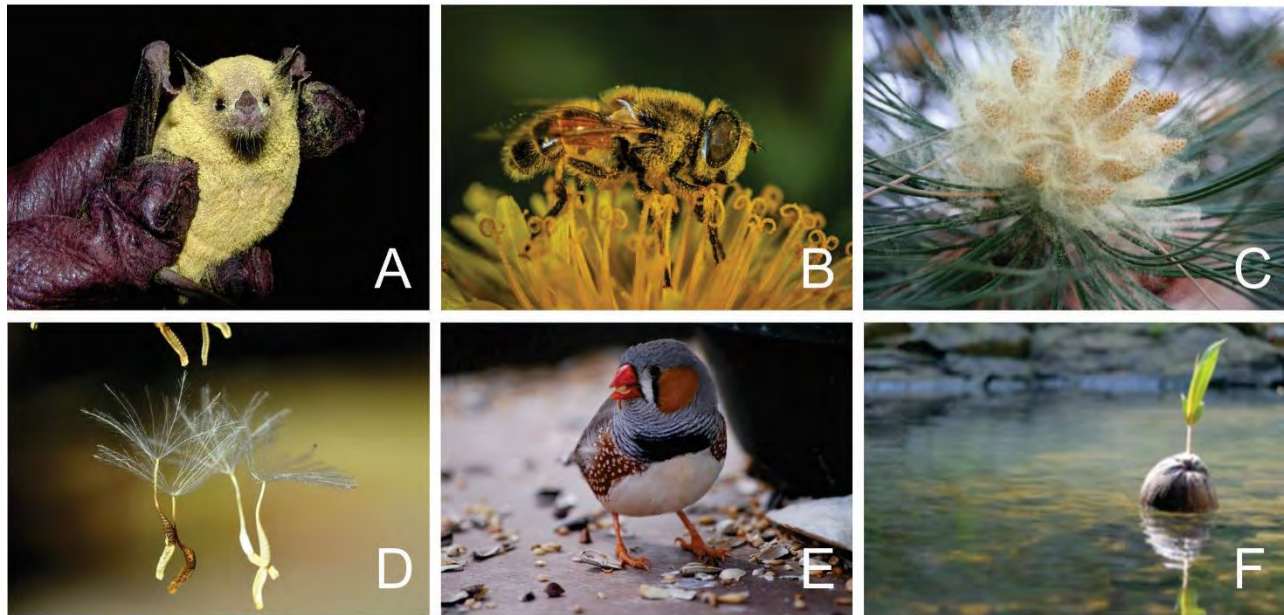


Figura 1. Algunos ejemplos del movimiento de polen y semillas en la naturaleza. **A)** Murciélago cubierto de abundante polen. **B)** Abeja cubierta con polen durante una visita floral. **C)** Dispersión de polen impulsado por el viento. **D)** Semilla dispersada por el viento. **E)** Ave alimentándose de semillas que serán dispersadas a través su excremento. **F)** Coco siendo dispersado a través de un cuerpo de agua (Fotografías: **A)** National Park Service. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pollenbat.jpg>; **B)** Egor Kamelev. <https://www.pexels.com/es/foto/fotografiamacro-de-miel-de-abeja-en-flor-de-petalos1101191/>; **C)** Jon Houseman. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Conifer_pollen.JPG; **D)** Ulleo. <https://pixabay.com/es/photos/semillas-vuela-cerrar-semillas-2392567/>; **E)** Snknjak. <https://pixabay.com/es/photos/p%C3-%a1jaro-fauna-silvestre-naturaleza-3296960/>; **F)** Lano Lan. <https://www.shutterstock.com/es/image-photo/germinating-coconut-bu-ds-floats-shallow-water-683933131>).

La domesticación de plantas ha promovido la formación de los cultivos que conocemos hoy en día y en los cuales se basa, en gran medida, la alimentación a nivel mundial (p. ej. maíz, arroz, trigo). Durante la domesticación generalmente ocurre una reducción en la diversidad genética de los cultivos, debido al descarte de una gran cantidad de individuos que no cumplen con las características deseadas; esto ocasiona que además de la diversidad genética, una gran parte de la diversidad morfológica y fisiológica, también se pierda (Papa & Gepts, 2004).

Dado que las plantas domesticadas están emparentadas genéticamente con sus parientes silvestres, en algunas ocasiones puede ocurrir flujo genético en-

tre ambas de manera natural (p. ej. si son compatibles reproductivamente y/o si comparten polinizadores). El flujo genético es importante porque puede generar cambios en la composición del conjunto de genes de las plantas domesticadas o de sus parientes silvestres, y esto puede tener consecuencias, las cuales dependerán de la intensidad y dirección en la que ocurra el flujo (Figura 2).

Cuando el flujo genético es principalmente de plantas domesticadas hacia sus parientes silvestres, puede haber una reducción en la diversidad genética de la población silvestre, ya que como vimos, las plantas domesticadas generalmente poseen una diversidad genética mucho menor. Esta pérdida de diversidad genética es negativa para los parientes sil-

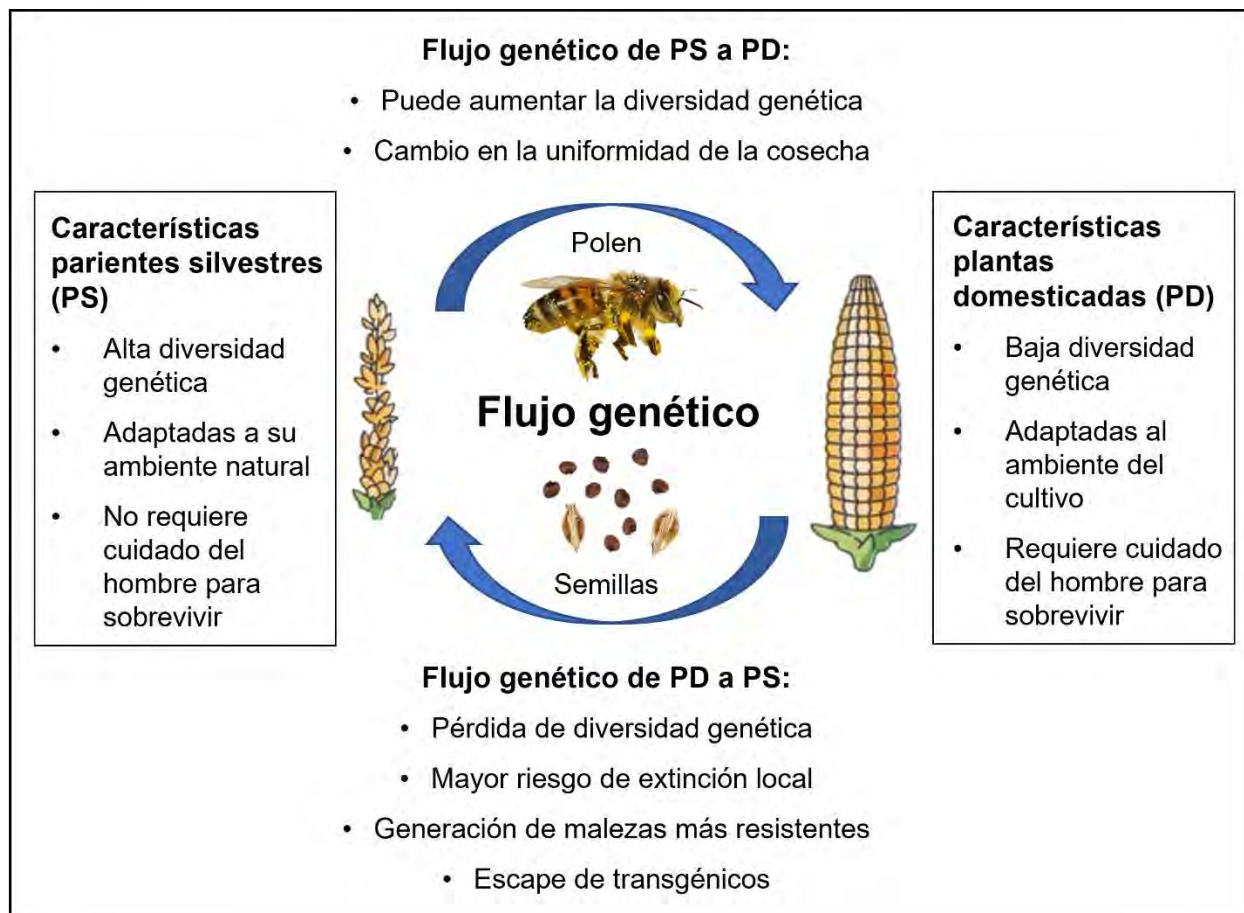


Figura 2. Esquema que resume las principales características de los parientes silvestres y las plantas domesticadas, así como las consecuencias del flujo genético dependiendo de la dirección en la que se mueven los genes (Ilustración elaborada por M. Heredia-Pech y M. Chávez-Pesqueira).

vestres porque, evolutivamente hablando, siempre será mejor contar con una mayor diversidad genética, ¿por qué? Porque mientras mayor sea la diversidad de genes, mayor será la probabilidad de que una especie cuente con la capacidad de adaptarse a su entorno y a los cambios que puedan surgir en él. Es por esta razón que mantener altos niveles de diversidad genética es de suma importancia para que las especies puedan adaptarse a su entorno.

Por el contrario, cuando el flujo genético es de los parientes silvestres hacia las plantas domesticadas, puede ocasionar un incremento en la diversidad genética de las plantas domesticadas (Martínez-Castillo *et al.*, 2007), debido a la incorporación de genes provenientes de plantas genéticamente más diversas. Los parientes silvestres representan una fuente de variación genética para las plantas domesticadas, sin embargo, esta fuente de variación genética puede

traer consigo también variación en las características de la planta, como el sabor o tamaño de sus frutos, lo cual no necesariamente es de interés para los agricultores que buscan cultivar plantas con características similares, para tratar de asegurar una producción y cosecha uniforme, lo cual es ampliamente valorado en el mercado.

Se han realizado varias investigaciones sobre flujo genético entre plantas domesticadas y sus parientes silvestres, donde se utilizan marcadores genéticos (segmentos de ADN que nos permiten evaluar la diversidad genética), para determinar la ocurrencia de flujo genético y evaluar la diversidad genética tanto de las plantas domesticadas, como de los parientes silvestres. Un ejemplo es el caso del frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.), conocido en la península de Yucatán como “ibes”. En esta planta se detectó la existencia de flujo genético, el cual fue ma-

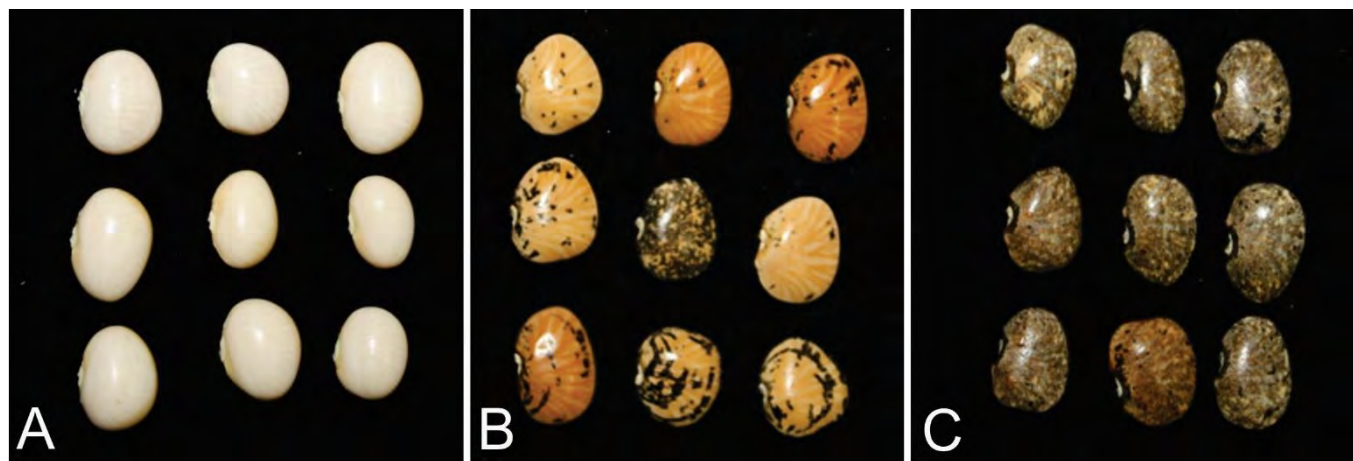


Figura 3. Semillas de frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.). **A)** Semillas de plantas domesticadas. **B)** Semillas de plantas posiblemente híbridas. **C)** Semillas de plantas silvestres (Fotografías: P. Ruiz-Gil).

yor de plantas domesticadas a sus parientes silvestres, lo cual eventualmente podría reducir la diversidad genética de las poblaciones silvestres (Martínez-Castillo *et al.*, 2007; Heredia-Pech *et al.*, 2022). Generalmente los cultivos tienen una mayor cantidad de plantas en comparación con el número de individuos silvestres que podemos encontrar en la naturaleza (más individuos representa una mayor producción de polen y/o semillas) (Papa & Gepts, 2003), lo que fomenta un mayor flujo de cultivos hacia las poblaciones silvestres. Otro ejemplo, es el de la papaya (*Carica papaya* L.) en México, donde se encontró que las plantas cultivadas de la variedad Maradol, tienen una diversidad genética prácticamente nula, y que las poblaciones de papaya silvestre que crecen cerca de las zonas de alta producción de papaya Maradol, tienen una menor diversidad genética a comparación de las poblaciones silvestres alejadas de zonas de cultivos, sugiriendo que esta menor diversidad genética de las silvestres, puede deberse al flujo genético proveniente de los cultivos, lo cual facilita el movimiento del polen de una planta a otra (Ruiz-Gil *et al.*, 2023).

El flujo genético entre parientes silvestres y plantas domesticadas también puede provocar la formación de individuos arvenses, es decir, individuos híbridos que presentan características intermedias entre silvestres y cultivados, los cuales muchas veces pueden ser reconocidos por sus características morfológicas como el color o la forma de sus frutos

o semillas (Figura 3). Estos individuos híbridos muchas veces pueden tener mayores niveles de diversidad genética que las plantas domesticadas y estar bien adaptados al medio silvestre (Barton, 2001), por lo que, si se desarrollan en áreas cercanas a sus parientes silvestres, pueden convertirse en competidores por los recursos. Por otro lado, la formación de híbridos que puedan desarrollarse dentro o cerca de los cultivos, depende en gran medida del agricultor, el cual puede eliminarlos si no cuenta con las características deseadas o puede conservarlos, por ejemplo, para autoconsumo (Dzul-Tejero *et al.*, 2014).

El flujo genético entre plantas domesticadas y silvestres es un tema de mucho interés para los científicos, principalmente por la preocupación que existe por conservar la diversidad biológica, incluida por supuesto, la diversidad genética. La posible pérdida o reducción de la diversidad genética de los parientes silvestres, debido al flujo de genes proveniente de plantas domesticadas, representa un riesgo para los parientes silvestres, ya que los vuelve más vulnerables ante posibles cambios ambientales inesperados (un periodo prolongado de sequía, el aumento en la temperatura, la introducción de una nueva variedad de plaga, entre otros). La conservación de los parientes silvestres es de suma importancia porque representan un reservorio natural de genes, los cuales podrían ser utilizados para el mejoramiento genético de las plantas domesticadas

que utilizamos actualmente. Debido a que las plantas domesticadas y sus parientes silvestres en muchas ocasiones se encuentran en la misma región, es importante hacer estudios que evalúen si existe flujo genético entre ellas y discutir sus posibles consecuencias, principalmente para proponer estrategias para conservar la diversidad genética de los parientes silvestres, es decir, nuestro reservorio natural de genes.

Referencias

- Barton N.H. 2001.** The role of hybridization in evolution. *Molecular Ecology* 10: 551-568.
- Duvick D.N. 1999.** Heterosis: Feeding People and Protecting Natural Resources. In: Coors, J.G. and Pandey, S., Eds., *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*, American Society of America, Madison, WI, 19-29.
- Dzul-Tejero F., Coello-Coello J. & 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.
- Heredia-Pech M., Chávez-Pesqueira M., Ortiz-García M.M., Andueza-Noh R.H., Chacón-Sánchez M.I. & Martínez-Castillo J. 2022.** Consequences of introgression and gene flow on the genetic structure and diversity of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in its Mesoamerican diversity area. *PeerJ*. 10: e13690. <https://doi.org/10.7717/peerj.13690>.
- Martínez-Castillo J., Zizumbo-Villarreal D., Gepts P. & Colunga-GarcíaMarín P. 2007.** Gene flow and genetic structure in the wild-weedy-domesticated complex of *Phaseolus lunatus* L. in its Mesoamerican center of domestication and diversity. *Crop Science* 47: 58-66. <http://doi:10.2135/cropsci2006.04.0241>.
- Papa R. & Gepts P. 2004.** Gene flow between crops and their wild progenitors. In *Encyclopedia of plant and crop science*, 488-491. Marcel Dekker, New York, New York, USA.
- Papa R. & Gepts P. 2003.** Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *Theoretical and Applied Genetics* 106: 239-250. <http://doi:10.1007/s00122-002-1085-z>.
- Petit R. & Excoffier L. 2009.** Gene flow and species delimitation. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 286-393.
- Pickersgill B. 2007.** Domestication of plants in the Americas: insights from mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany* 100: 925-940. <http://doi:10.1093/aob/mcm193>.
- Ruiz-Gil P.J., Wegier A., Alavez V., Rosas-Plaza S., Núñez-Farfán J. & Chávez-Pesqueira M. 2023.** Wild papaya shows evidence of gene flow from domesticated Maradol papaya in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01568-x>.

Desde el Herbario CICY, 15: 86-90 (04-mayo-2023), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 232, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores. 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 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 04 de mayo de 2023. 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.