

Las plantas y los polinizadores: mutualistas inmersos en una red compleja de interacciones

YENI CELESTE BARRIOS OROZCO^{1,2}

¹ Instituto Jardín Botánico de Mérida, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes,
La Hechicera, Apdo. 52, 5212, Mérida, Venezuela

yeniceleste@gmail.com

² 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.

planta.calicha@cicy.mx

En este ensayo se analiza la interacción planta-polinizador desde la perspectiva de redes complejas. Se describe la información que puede ser representada en forma de red y se explica como analizar la estructura resultante para detectar los núcleos clave a nivel comunitario. Estos núcleos están conformados por especies generalistas que interactúan entre ellas y al mismo tiempo anclan a las especies más especializadas. Este patrón de las redes se denomina anidación o encajamiento y se considera altamente robusto frente a perturbaciones que involucren la pérdida aleatoria de especies o interacciones dentro del sistema.

Palabras clave: anidación, encajamiento, especialistas, generalistas, polinización.

La mayoría de las plantas con flores o angiospermas dependen de los animales que visitan las flores para el transporte de polen entre individuos de la misma especie. Asimismo, muchos grupos de animales que sirven de polinizadores (abejas, avispa, moscas, escarabajos, mariposas, colibríes, murciélagos, etc.) dependen total o parcialmente de los recursos ofertados por las flores (néctar, polen, partes florales, resinas, ceras, etc.) para su subsistencia (Faegri y van der Pijl 1979). Esta interacción en la que las plantas ofrecen un recurso a los animales a cambio de un servicio que les permite reproducirse sexualmente, constituye una interacción de tipo mutualista ya que ambas partes, por lo general, resultan beneficiadas (Figura 1).

Las interacciones mutualistas entre plantas y polinizadores son el resultado de un largo proceso coevolutivo entre las especies involucradas, pero, contrario a lo que pudiera pensarse, son de baja especificidad ya que las especies que interactúan no dependen exclusivamente la una de la otra. Las interacciones entre especies altamente especializadas, de hecho, son poco comunes en la naturaleza debido a su baja resiliencia frente a cambios en el ambiente. Lo que prevalece son las interacciones entre especies generalistas, es decir, entre especies que interactúan con un amplio espectro de mutualistas; así como entre generalistas y especialistas, siendo particularmente estas últimas de suma importancia ya que anidan o encajan a las especies especialistas en un

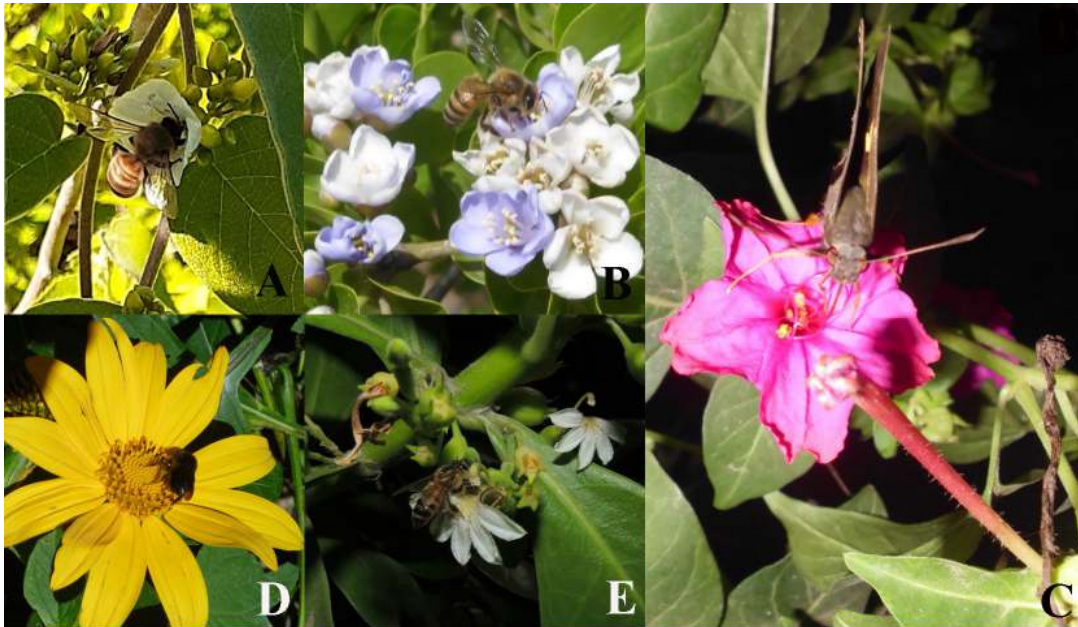


Figura 1. Varias interacciones polinizador-planta: **A.** *Apis mellifera* L. (Apidae), un polinizador supergeneralista, en *Jacquemontia nodiflora* (Desr.) G. Don (Convolvulaceae), **B.** *A. mellifera* en *Guaiacum officinale* L. (Zygophyllaceae), **C.** Mariposa nocturna (Sphingidae) en *Mirabilis jalapa* L. (Nyctaginaceae), **D.** *Bombus* sp. (Apidae) en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae) y **E.** *A. mellifera* en *Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. (Goodeniaceae) (Fotografías: A-E. Yenni Barrios).

núcleo central y estable de interacciones dominado por especies generalistas (Waser *et al.* 1996; Bascompte *et al.* 2003, 2006; Jordano *et al.* 2009) (Figura 2).

La representación de las interacciones desde el enfoque de redes permite, entre otras cosas, identificar los núcleos clave para el mantenimiento de la diversidad en los ecosistemas (Bascompte *et al.* 2003, 2006; Jordano *et al.* 2009). Esto puede resultar más sencillo e intuitivo de lo que parece. En el caso de las redes de polinización, solo necesitamos partir de una matriz en la que las columnas representen las especies de animales y las filas representen las especies de plantas, cada grupo organizado en orden decreciente de número de interacciones. Las celdas de la matriz de-

ben reflejar la presencia (1) o ausencia (0) de la interacción entre las especies de la fila y columna correspondiente) (Figura 2), no obstante, también podrían reflejar la intensidad de la interacción si se contara con información sobre la frecuencia de visitas, el número de granos de polen removidos de los estambres y/o depositados en los estigmas, etc. (Jordano *et al.* 2009). De cualquier manera, disponiendo de esos datos, podemos representar gráficamente la red, pero primero empecemos por explicar qué es lo que vamos a visualizar. Una red es un sistema complejo formado por dos grupos de elementos: nodos y enlaces. Los nodos representan las especies y los enlaces las interacciones entre ellas (Jordano *et al.* 2009). Dado que las redes de polinización

están formadas por dos conjuntos distintos de nodos (plantas y animales), estas son consideradas redes bipartitas o bimodales. En estas redes las interacciones solo se llevan a cabo entre nodos de grupos distintos, en este caso, entre las plantas y los polinizadores (Figura 2). Por otra parte, si existe información sobre la intensidad de la interacción, esta se puede reflejar en el grosor de cada enlace y nos daría pie para hacer consideraciones más profundas que las permitidas solo con los datos de presencia/ausencia de la interacción (Jordano *et al.* 2009).

Los núcleos clave que nos interesa visualizar en la red, se encuentran en la parte superior de la gráfica y se reconocen porque presentan una mayor densidad de enlaces que el resto del sistema (Figura 2). Las especies presentes en estos núcleos, además de ser importantes por mantener la cohesión de la red, ejercen una fuerte influencia en los patrones coevolutivos que dirigen la comunidad, por eso estos núcleos también son conocidos como vórtices coevolutivos (Thompson 2005, Jordano *et al.* 2009). La mayor influencia de estas especies puede estar determinada por uno o varios factores ecológicos, por ejemplo, una abundancia local alta, una floración extensa o un período de actividad largo en el caso de los animales. También puede deberse a caracteres fenotípicos como la presencia de formas florales fácilmente accesibles o de probóscides, picos o lenguas largas en el caso de los polinizadores. Estas variables pueden aumentar el potencial de interacción de las especies y en consecuencia su importancia a nivel de la red completa de interacciones (Jordano *et al.* 2009).

Finalmente es importante destacar que las especies con patrones de interacción generalistas son las que merecen mayor atención si se requiere desarrollar planes de conservación o restauración en cualquier ecosistema. Al mantener estas especies y sus interacciones, dada la estructura anidada o encajada de la red, se estará blindando en gran medida el sistema completo de interacciones mutualistas.

Referencias

- Bascompte J., Jordano P., Melian C.J. y Olesen J.M. 2003.** The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 9383-9387.
- Bascompte J., Jordano P. y Olesen J.M. 2006.** Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science* 312: 431-433.
- Faegri K. & van der Pijl L. 1979.** *Principles of Pollination Ecology*. Pergamon Press, New York. 291 pp.
- Jordano P., Vásquez D. & Bascompte J. 2009.** Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En: Medel R., Aizen M. y Zamora R. Eds. *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*, pp 17-41. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
- Waser N.M., Chittka L., Price M.V., Williams N.M. y Ollerton J. 1996.** Generalization in pollination systems and why it matters. *Ecology* 77(4): 1043-1060.
- Thompson J.N. 2005.** *The geographic mosaic of coevolution*. University of Chicago Press, Chicago. 439 pp.

	A	B	C	D	E
a	1	1	1	1	1
b	1	1	1	0	0
c	1	1	0	0	0
d	1	0	0	0	0
e	1	0	0	0	0

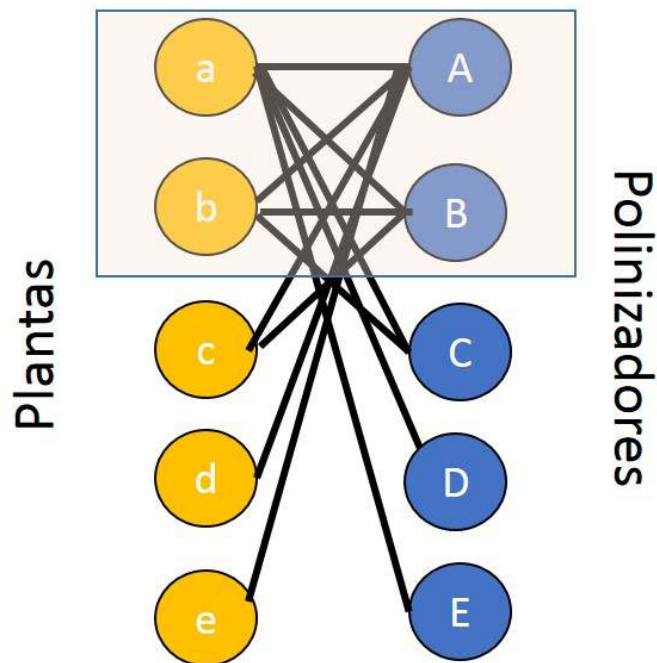


Figura 2. En la parte superior se muestra una matriz de interacción hipotética en la que las columnas (A-E) representan las especies de animales y las filas (a-e) las especies de plantas. Los unos (1) o ceros (0) en cada celda representan la presencia o ausencia de la interacción entre las especies de la fila y columna correspondiente. La figura en la parte inferior muestra los mismos datos pero en forma de red bipartita, los nodos amarillos representan las especies de plantas y los nodos azules las de polinizadores. Cada interacción es indicada mediante un enlace entre los nodos. Se destaca en el recuadro el núcleo central de interacciones generalistas que distingue a las redes anidadas o encajadas. (Original de Yenni Barrios).



Desde el Herbario CICY, 12: 16–20 (30-Enero-2020), 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. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Rodrigo Duno de Stefano y Lilia Lorena Can Itzá. 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: 30 de enero de 2020. 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.