



La comunidad del higo: el fruto de una invasión solidaria

SATHYA LAKSHMI ÁLVAREZ JARAMILLO

Similar a dos almas gemelas que no pueden imaginar su existencia separadas, hay relaciones entre plantas y animales, condicionadas a coexistir para sobrevivir. El origen de estas relaciones nace de la búsqueda de un beneficio, a veces a costa de un mal para la planta, como en el parasitismo, y en ocasiones benéficas para ambas partes, como en la polinización de las flores y en la dispersión de las semillas tras el consumo del néctar y de los frutos, respectivamente.

Las relaciones que se mantienen vigentes por miles de años deben su éxito a la **evolución** que las moldeó para persistir; esto sucede cuando un animal se asocia de manera selectiva con un pequeño grupo de plantas o con una sola especie, entonces tanto el animal como la planta adquieren adaptaciones tan particulares que comprometen su exclusividad para siempre. Este fenómeno es el resultado de la evolución conjunta de ambos organismos (coevolución) [1], y puede ejemplificarse en la historia de las avispas de los higos.

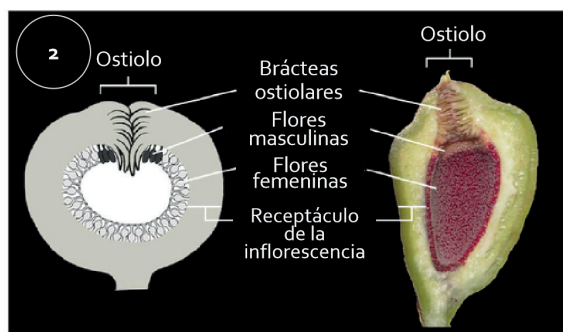
Hace aproximadamente 90 millones de años, durante el Cretácico Tardío, surgió la interacción entre un género ancestral de avispas y un antepasado de las plantas conocidas como higueras [2]. La evolución a través de los años siguientes provocó cambios que dieron origen a nuevas especies entre los individuos de ambos grupos, diversificándose a tal grado que hoy existen cerca de 362 avispas de 20 géneros formando la familia de las agaónidas (Agaonidae), y al mismo tiempo, una variedad de 755 especies de árboles conocidas como higueras agrupadas en el género *Ficus*, generalmente presentes en regiones tropicales. Cada especie de *Ficus* suele tener una o más especies de avispa agaónida asociadas, aunque en algunos casos, una sola especie de agaónida puede polinizar varias higueras [3,4,5].

Las higueras poseen la extraordinaria peculiaridad de producir flores y frutos al interior de una misma estructura llamada sícono, la cual es conocida como el "fruto del higo"; al interior del sícono hay muchas flores agrupadas que cuando se polinizan dan origen

a varios pequeños frutos juntos. (Figura 1). Sólo las avispas agaónidas pueden polinizar al sícono y sólo las flores del sícono pueden engendrar a la progenie de las avispas [3].

En la mitad de las especies de las higueras, las flores masculinas y femeninas se hallan dentro del mismo sícono. Cuando las flores femeninas están listas para ser fecundadas, esta estructura da la bienvenida a las avispas polinizadoras a través de una abertura que se ubica en la parte superior denominada ostiolo (Figura 2), que para facilitar la entrada alcanza su mayor apertura y desprende la esencia de las flores femeninas, cuya fragancia particular a cada especie de higuera es detectada hasta 10 km de distancia por los receptores olfatorios de las antenas de las agaónidas, llamándolas de este modo hacia la higuera que les corresponde [6].

La entrada al sícono es un tortuoso umbral que sólo el cuerpo aplanado de las hembras agaónidas puede cruzar. Impulsadas a través de las escamas que rodean el ostiolo (brácteas), las avispas se anclan al camino sujetándose con "dientes" que conforman sus mandíbulas y con "ganchos" que portan en sus patas. Este arduo proceso mutila alas, antenas y parte de las extremidades, incapacitando a la mayoría de volver al exterior. Una vez dentro del sícono, el polen transportado por las agaónidas entra a las flores femeninas por el estigma, y un conducto llamado estilo lo dirige hacia el ovario donde se desarrollan las semillas. Las flores de los higos poseen estilos largos (longistiladas) y cortos (brevistiladas) (Figura 3). Debido a que el **ovipositor** de las avispas (Figura 4) generalmente sólo alcanza los ovarios de las flores brevistiladas, allí es donde se alberga su progenie, formando **agallas** que alimentan a las larvas por alrededor de un mes; mientras que las flores de estilo largo, fertilizadas con el polen y libres de avispas, desarrollan las semillas del higo [3,7]. Los arreglos florales de los síconos varían según la especie, reflejándose en la cantidad de semillas y de agaónidas que producen [8].

**Figura 1.**

Siconos o higos de *Ficus citrifolia*.
(c) Bruce Holst.
<https://mexico.inaturalist.org/photos/60717168>

Figura 2.

Morfología del sícono. Tomado de Souza et al., 2015. doi:10.3732/ajb.1500279.

Ostiolo: Apertura apical.

Brácteas osteolares: escamas alrededor del ostiolo.

Flores estaminadas: flores con estambres (órganos masculinos productores de polen).

Flores pistiladas: flores con pistilo (estructuras femeninas).

Receptáculo de la inflorescencia: sitio donde se insertan las flores.
https://www.researchgate.net/publication/282345524_Diversity_of_fig_glands_is_associated_with_nursery_mutualism_in_fig_trees

Figura 3.

Flores del sícono. A) Flores estaminadas (o masculinas). B)

Flores pistiladas (o femeninas)

brevistiladas. C) Flores pistiladas (o femeninas) longistiladas. (c) Manuel Bernal.

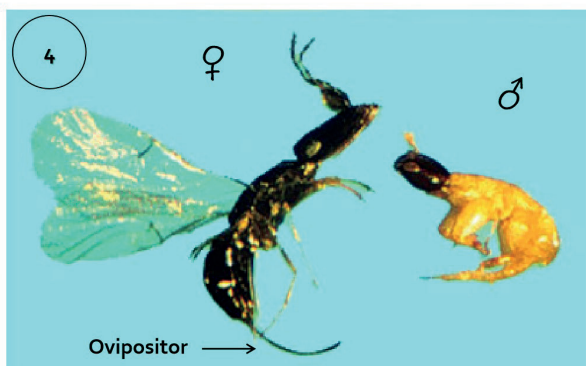
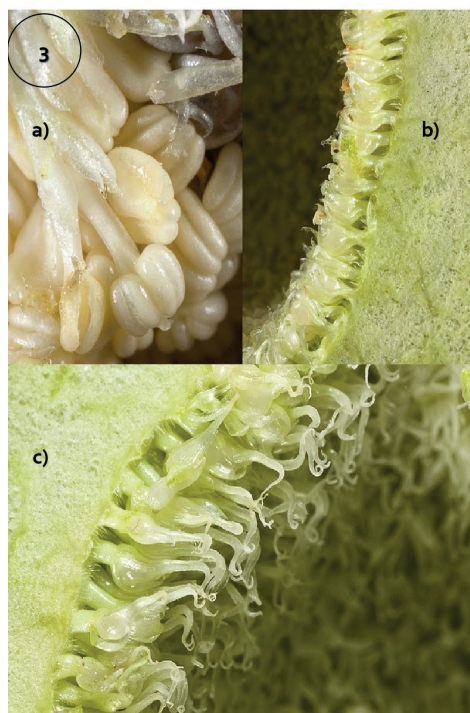
<https://www.asafona.es/revista/index4f1b.html?p=3100>

Figura 4. Hembra y macho de *Blastophaga psenes* (c) W. P. Armstrong.

<https://www.waynesword.net/BananaFig.htm>

Figura 5. *Blastophaga psenes* emergiendo. A) Hembra. B) Macho.

(c) Manuel Bernal.
<https://www.asafona.es/revista/index4f1b.html?p=3100>



Las higueras poseen la extraordinaria peculiaridad de producir flores y frutos al interior de una misma estructura llamada sícono; la cual es conocida como el “fruto del higo”.

Una vez que las flores son polinizadas, el sícono deja de recibir avispa, permitiendo que las larvas de las agaónidas se desarrollen y que las semillas del higo comiencen a madurar. Las flores masculinas, que son más pequeñas y menos numerosas, completan su maduración al mismo tiempo que las larvas agaónidas se convierten en avispa polinizadoras. Los machos agaónidos son los primeros en emerger de las flores, están ciegos, carentes de alas y mucho más pequeños que las hembras (Figura 5). Su misión es arrastrarse en busca de las flores donde las hembras reposan, y una vez encontradas, se aparean con ellas a través de una apertura en la flor, repitiendo el proceso con la cantidad de hembras posibles [3].

Algunas especies de agaónidas tienen estructuras similares a “bolsas” en las que almacenan polen en el tórax y en sus patas delanteras, al salir de sus flores, las hembras se dedican a guardar en ellas el polen para transportarlo al próximo sícono, llevando a cabo una polinización activa; por otro lado, las avispa que no poseen bolsas de polen únicamente transportan el que se adhiere a sus cuerpos, ésta es una polinización pasiva. Las hembras apareadas, una vez cargadas de polen, salen en busca del próximo sícono receptivo, a través de un túnel cavado por los machos, los cuales mueren ahí mismo [2, 3].

Alrededor de una semana después, el sícono finaliza su maduración y alimenta a diversos animales



que intervienen en la dispersión de las semillas, tales como monos aulladores, monos araña, murciélagos frugívoros, tlacuaches, ardillas, puerco espines, guaqueques, cacomixtles, martuchas, tucanes, trogones, iguanas y muchos más. El dulce higo también es un deleite para los humanos [3, 9].

Además de la polinización realizada por las avispas agaónidas, existen otros roles como el extraordinario caso de la agaónida *Ceratosolen galili*, que dejó de polinizar y se convirtió en parásita del higo [2]; así como la participación de otros insectos que ocupan sitios dentro y fuera del sícono, entre estos, avispas no polinizadoras que parasitan las larvas de las agaónidas o a las semillas del higo [10]; larvas de moscas de la fruta que se alimentan de las levaduras y bacterias dejadas por las agaónidas alrededor del ostiolo [11, 12]; homópteros que se alimentan de los higos; hormigas que consumen la melaza excretada por los homópteros y que adicionalmente depredan a las avispas parásitas [13], y depredadores de avispas polinizadoras y parásitas que aguardan la entrada del sícono, tales como larvas de gorgojos, orugas de polillas y mariposas, adultos y larvas de escarabajos estafilínidos. Adicionalmente, algunas aves insectívoras toman parte del botín que la comunidad del higo les proporciona [14].

Así la invasión de las avispas agaónidas logró consolidar una relación solidaria que garantiza la supervivencia propia y la de las higueras; al mismo tiempo, el fruto del higo es la base que fomenta el equilibrio de una enérgica comunidad de insectos que brinda alimento variado para animales frugívoros e insectívoros.

G L O S A R I O

Evolución. Cambios morfológicos y fisiológicos experimentados por los seres vivos en función de la selección natural.

Ovipositor. Órgano utilizado para depositar huevos.

Agalla. Formación anormal de tejido vegetal en respuesta a la presencia de organismos externos.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Soler, M. 2003. Coevolución. En: Soler, M. (ed.). *Evolución: la base de la biología* (pp. 221-234). Proyecto Sur de Ediciones. España.

[2] Machado, C. A., Jousselín, E., Kjellberg, F., Compton, S. G. & Herre, E. A. (2001). Phylogenetic relationships, historical biogeography and character evolution of fig-pollinating wasps. *Proceedings of the Royal Society of London*, 268, 685-694. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1418>.

[3] Serrato-Díaz, A. (2007). Coevolución a nivel macroevolutivo entre *Ficus* (Moraceae) y sus polinizadoras, las avispas Agaonidae. [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de México]. Dirección General de Bibliotecas de la UNAM. Tesis Digitales. <http://132.248.9.195/pd2007/0621697/0621697.pdf>.

[4] Hernández-Aguilar, X., Rodríguez, A., Nieves-Aldrey, J. L., Polidori, C., Gómez, J. F. & Gil-Tapetado, D. (2024). Global Geographical Patterns on the Historical Species Description Process of Fig Wasps (Agaonidae). *Zoological Studies*, 63:27.

[5] Cardona, W., Chacón-de-Ulloa, P. y Kattan, G. (2007). Avispas no polinizadoras asociadas a *Ficus andicola* (Moraceae) en la Cordillera Central de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (2): 165-170.

[6] Grison-Pigé, L., Bessiére, J. M. & Hossaert-McKey, M. (2002). Specific attraction of fig-pollinating wasps: Role of volatile compounds released by tropical figs. *Journal of Chemical Ecology*, 28(2), 283-295. <https://doi.org/10.1023/a:1017930023741>.

[7] Nefdt, R. J. C., & Compton, S. G. (1996). Regulation of Seed and Pollinator Production in the Fig-Fig Wasp Mutualism. *Journal of Animal Ecology*, 65 (2): 170-182.

[8] Cook, J. M., & Rasplus, J.-Y. (2003). Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(5): 241-248. [https://doi.org/10.1016/s0169-5347\(03\)00062-4](https://doi.org/10.1016/s0169-5347(03)00062-4).

[9] Domínguez-Domínguez, L. E., Morales-Mávil, J. E. & Alba-Landa, J. (2006). Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Revista de Biología Tropical*, 54(2): 387-394.

[10] Farache, F. H. A., Cruaud, A., Rasplus, J.-Y., Cerezini, M. T., Rattis, L., Kjellberg, F. & Pereira, R. A. S. (2018). Insights into the structure of plant-insect communities: Specialism and generalism in a regional set of non-pollinating fig wasp communities. *Acta Oecologica*, 90: 49-59.

[11] Lachaise, D. (1977). Niche separation of African *Lissocephala* within the *Ficus* Drosophilid community. *Oecologia*, 31(2): 201-214. <https://doi.org/10.1007/BF00346921>.

[12] Pignal, M.-C., Lachaise, D. & Couturier, G. (1985). Les levures des figues et des drosophiles associées en forêt de Taï (Côte-d'Ivoire). *Acta oecologica. Oecologia generalis*, 6(3): 223-233.

[13] Cushman, J. H., Compton, S. G., Zachariades, C., Ware, A. B., Nefdt, R. J. C. & Rashbrook, V. K. (1998). Geographic and taxonomic distribution of a positive interaction: ant-tended homopterans indirectly benefit figs across southern Africa. *Oecologia*, 116: 373-380. <https://doi.org/10.1007/s004420050600>.

[14] Bronstein, J. L. (1988). Predators of Fig Wasps. *Biotropica*, 20(3): 215-219. <https://doi.org/10.2307/2388236>.

D E L A A U T O R A

Bióloga Sathya Lakshmi Álvarez Jaramillo.

sathya.alvarez@e.unicach.mx

Una vez que las flores son polinizadas, el sícono deja de recibir avispas, permitiendo que las larvas de las agaónidas se desarrollen y que las semillas del higo comiencen a madurar.