

CANTERA



Revista de divulgación científica
del Instituto de Ciencias Biológicas
de la UNICACH | Año 5 |
| NÚMERO 2 | DICIEMBRE 2024



*Valerija
Viktorovna*

Presentación

Divulgar es publicar, extender, poner al alcance del público algo. CANTERA es un medio de comunicación del Instituto de Ciencias Biológicas que pretende trascender los muros universitarios y socializar el conocimiento, aquel que se aprende y genera dentro de las aulas, los laboratorios, las selvas y los bosques o el que proviene de los saberes tradicionales, que son parte del quehacer diario de la biología. CANTERA tiene como tentativa transmitir el conocimiento como a uno mismo le hubiera gustado que le contaran las cosas.

Para este número CANTERA integra once colaboraciones, seis notas son de contribución libre y representan el mosaico biológico, en la primera de ellas se relata la relevancia del Popoyote de San Cristóbal un pez de la región chiapaneca en peligro de extinción; en la segunda se cuenta cómo el fruto de una amistad de millones de años entre higos y avispas sostiene a una basta comunidad de bichos. Estudiar la composición de los tejidos de los organismos es vital para entender la naturaleza, la tercera nota nos muestra la importancia de observar la biología con ojos microscópicos. *Escherichia coli* es una bacteria bien conocida, no siempre es nociva y el siguiente escrito señala cuando sí y cuando no. En temporada navideña prolifera el llamado "síndrome del corazón festivo" de sus circunstancias y efectos es el tema de la nota cinco. En la última contribución se relata un problema emergente ambiental, la generación de los microplásticos.

En las secciones invitadas y permanentes podrás leer en el *Día a día en el ZooMAT* la historia del personaje que dio origen al Museo Zoológico "César Domínguez Flores". En *Cuéntanos tu tesis*, en esta ocasión con "Selva Lacandona: Una mirada desde los Peces" se reseña la tesis de Licenciatura pionera en el estudio de peces de la selva que a su vez marcó el camino de un connotado investigador del Instituto. En *Amasijo de arte y ciencia* se publican dos relatos "Maquinita" y "Al rescate del caballito de sombra azul" donde los protagonistas, peloteros y caballitos, son insectos bien conocidos pero mal comprendidos. Cerramos con la sección de fotografía, esta vez con un carismático pez "El Popoyote del Grijalva" pariente cercano del "Popoyote de San Cristóbal"

Esperamos que este noveno número (año 5 número 2) tenga la misma o una mejor recepción que los números anteriores.

Buena lectura
 Comité Editorial

Portada y contraportada



Las imágenes representan el lento viaje para cosechar una pelota de estiércol, obrada por un empedernido escarabajo. Este proceso, aunque desagradable para nosotros, concede un nutritivo fertilizante para el suelo, y cumple un ciclo vital para el mundo terrestre. Tras una aventura llena de obstáculos y enfrentamiento, el escarabajo pelotero crea su hogar subterráneo, que albergará pronto una nueva vida que continuará su labor de viajero, alimentando la tierra.

Esta serie de ilustraciones fueron realizadas combinando técnicas de óleo pastel sobre acuarela, y acompañan al texto "Maquinita" de Francisco Xavier Aguilar Meza.

Autor: Valeria Victoria Pérez
 (artista visual).





Contenido

Revista de divulgación científica del Instituto de Ciencias Biológicas

El Popoyote de San Cristóbal,

un pez chiapaneco en peligro de extinción

Didier Casanova Hernández

Carlos Daniel Pinacho Pinacho

Jesús Alejandro Zamora Briseño

Ernesto Velázquez Velázquez

La comunidad del higo: el fruto de una invasión solidaria

Sathya Lakshmi Álvarez Jaramillo

Ventajas y retos de la histología en las ciencias biológicas

Daniel Monter Tolentino

Guadalupe Soto Rodríguez

María de Jesús Rovirosa Hernández

Paola Belem Pensado Guevara

Daniel Hernández Baltazar

Escherichia coli:

Un miembro del microbiota intestinal

María del Carmen Girón Pérez

Ruth Ana María González Villoria

Rosa del Carmen Rocha Gracia

Síndrome del corazón festivo:

Un viaje de la fiesta al hospital

Cruz García Pacheco

María del Carmen Girón Pérez

Microplásticos: una amenaza silenciosa para la vida

Luz Ivonne Pérez Gómez

Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Día a día en el ZooMAT

El Museo Zoológico “César Domínguez Flores”

Barbarella Álvarez Pérez

Paola Liévano Oropeza

Cuéntanos tu tesis

Selva Lacandona: Una mirada desde los peces

Ernesto Velázquez Velázquez

Amasijo de arte y ciencia

Maquinita

Francisco Xavier Aguilar Meza

Amasijo de arte y ciencia

Al rescate del caballito de sombra azul

Juan Antonio López-Díaz y Ariane Dor

Fotografía e Ilustración

El Popoyote del Grijalva

Sergio de Jesús Siliceo Abarca

CANTERA, Año 5 , número 2, agosto-diciembre de 2024, es una publicación semestral editada por el **Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH**. Libramiento norte poniente 1150, Col. Lajas Maciel; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Tel.: 961 617 0400, www.unicach.mx, cantera.biologia@unicach.mx. Editores responsables: Iván de la Cruz Chacón, Claudia Azucena Durán Ruiz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título: 04-2023-070413145300 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN electrónico: en trámite.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los editores ni de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. Todo el contenido intelectual que se encuentra en la presente publicación periódica se licencia al público consumidor bajo la figura de **Creative Commons**. Esta obra se distribuye bajo una Licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir**





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].

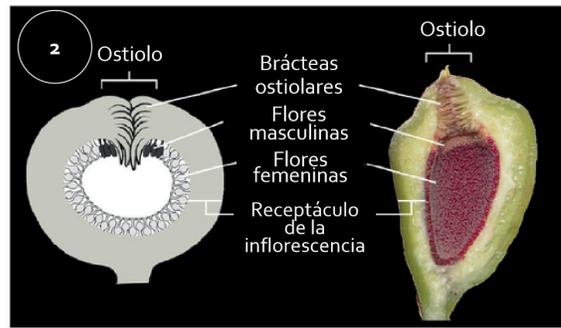


Figura 1. Siconos o higos de *Ficus citrifolia*. (c) Bruce Holst. <https://mexico.inaturalist.org/photos/60717168>

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).

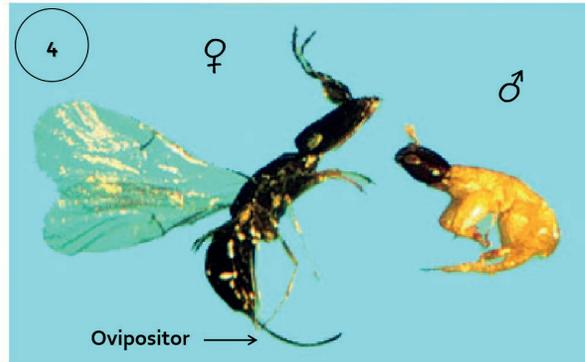
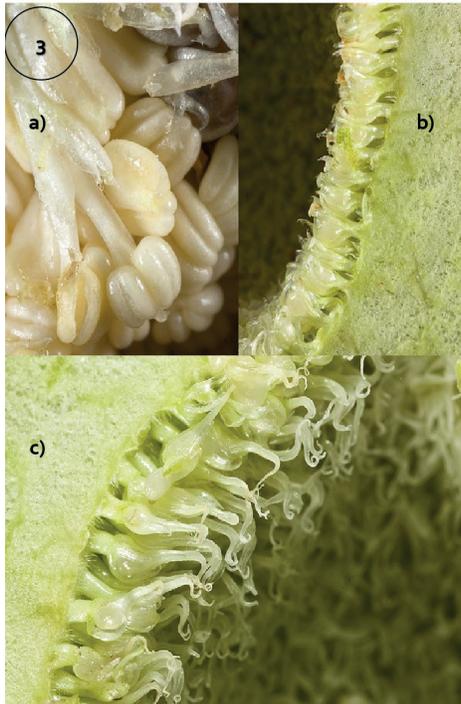
Receptáculo de la inflorescencia: sitio donde se insertan las flores. https://www.researchgate.net/publication/282345524_Diversity_of_fig_glands_is_associated_with_nursery_mutualism_in_fig_trees

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 avispas, 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 avispas 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 avispas 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., Jousset, 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 homoptera 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.



DIRECTORIO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dra. Alma Gabriela Verdugo Valdez

DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtro. Carlos Alberto Gellida Esquinca

SECRETARIO ACADÉMICO DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dr. José Antonio de Fuentes Vicente

COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y
CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

C.P. Fernando Morales Gómez

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dra. Maria Silvia Sánchez Cortés

MAESTRÍA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

Dra. Dulce María Gómez Pozo

COORDINADORA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD
Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS TROPICALES

Dr. Francisco Javier Toledo Solís

COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

COMITÉ ORGANIZADOR DE CANTERA

COMITÉ EDITORIAL

Iván de la Cruz Chacón

Claudia Azucena Durán Ruiz

Noé Jiménez Lang

Antonio Durán Ruiz. Revisor de estilo

Sergio Siliceo Abarca. Fotógrafo

Fridali García Islas. Ilustradora

COMITÉ TÉCNICO DE EDICIÓN

Dr. Noé Martín Zenteno Ocampo

Mtro. Salvador López Hernández

Departamento de Procesos Editoriales
de la UNICACH

APOYO INSTITUCIONAL

CONSEJO EDITORIAL DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Dra. Alma Gabriela Verdugo Valdez

Directora

M.en C. Carlos Gellida Esquinca

Secretario Académico

Dra. Lorena Luna Cazáres

Dr. Felipe de Jesús Reyes Escutia

Dr. Jesús Manuel López Vila

REVISORES TÉCNICOS

Biol. Sergio Siliceo Abarca

Dr. Iván de la Cruz Chacón

Dra. Marisol Castro Moreno

Dra. Claudia Azucena Durán Ruiz

