

CANTERA

Gaceta de divulgación
científica del
Instituto de Ciencias
Biológicas de la UNICACH
| Año 4 |
| NÚMERO 2 |



| Apoptosis neuronal | Copales | Endófitos | El último turquito | Fotografía |





Portada

Ilustración de Fridali García Islas, representación libre de un pasaje del cuento El último turquito de Don Miguel Álvarez del Toro.

Contraportada

Fotografía de Daniel Pineda Vera, imagen del Turquito (*Ceratopipra mentalis*), el macho tiene un plumaje negro, la cabeza y la nuca de color rojo, con muslos de color amarillo y patas marrón. La hembra es de color verde oliva opaco con partes inferiores verde amarillentas y patas marrón.





Contenido

Gaceta de divulgación científica del Instituto de Ciencias Biológicas

Presentación

Apoptosis neuronal: ¿Una muerte necesaria?

Paola Belem Pensado Guevara y Daniel Hernández Baltazar

Copales: aromas y saberes

Alejandra Janeth Díaz López e Iván de la Cruz Chacón

Una letra que predice el futuro del Achiote

Ana Lucía López Gurgua y Renata Rivera Madrid

¿Qué son, en dónde viven y qué hacen los hongos endófitos?

Alma Rosa González Esquinca y Christian Anabí Riley Saldaña

Día a día en el ZooMAT: Experiencias en el entrenamiento animal

Paola Liévano Oropeza

La contaminación en el santuario Puerto Arista, Chiapas

Mariana de Jesús Fonseca-Hernández, Estefanía Miranda-Orozco, Jesús Manuel López-Vila y Javier Gutiérrez-Jiménez

Las Olimpiadas de Biología, capítulo Chiapas

Marisol Castro Moreno

Cuéntanos tu tesis

Un viaje extraordinario. Mis estudios en el doctorado

María Adelina Schlie Guzmán

Chiapas, en láminas de celulosa | Preámbulo para El Último Turquito

Daniel Pineda Vera

El Último Turquito Miguel Álvarez del Toro

Ilustraciones: Fridali García Islas

XIII Concurso de Fotografía de la Semana de la Biología del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH

Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Fotografías:

Carlos Alberto Solís Sarmiento

Samuel Enrique Castellanos Hernández

Julio César Hernández Ramos

Diego Amando Escobar Pacheco.

CANTERA, Año 4, número 2, agosto-diciembre de 2023, 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.: 96170400, www.unicach.mx, cantera.biologia@unicach.mx. Editor responsable: Iván de la Cruz Chacón. 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 del Comité editorial 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**





¿Qué son, en dónde viven y qué hacen los hongos endófitos?

ALMA ROSA GONZÁLEZ ESQUINCA Y CHRISTIAN ANABÍ RILEY SALDAÑA

Hay dos grupos grandes de hongos endófitos, los llamados clavicipitaceos que parasitan a algunos pastos y que tal vez fueron los primeros en descubrirse y los no clavicipitaceos que parasitan al resto de plantas.

Los endófitos fúngicos son microorganismos que, en algún momento de su vida, pueden colonizar los tejidos internos de una planta sin causarle daño aparente, esto incluiría aquellos organismos endófitos que tienen una fase epífita más o menos larga y también patógenos latentes que pueden vivir sin síntomas en sus hospederos durante algún tiempo, excluyendo a los hongos patógenos y a los micorrízicos [1]. Suelen establecerse si no en todas las plantas, en casi todas, a través de las raíces, las hojas o heridas. La colonización de las hojas puede darse a través de la germinación de esporas que se introducen por los estomas hasta que por división de las hifas llegan a las células del mesófilo, por poros o canales de penetración de células epidérmicas; en tanto que en las raíces laterales y zonas de elongación se da por hifas de penetración epidérmica o pequeñas estructuras similares a un apresorio. Pueden diseminarse a otros órganos de la planta a través del sistema vascular, o del apoplasto.

Hay dos grupos grandes de hongos endófitos, los llamados clavicipitaceos que parasitan a algunos pastos (Hypocreales; Ascomycota) y que tal vez fueron los primeros en descubrirse y los no clavicipitaceos que parasitan al resto de plantas. Los primeros con frecuencia aumentan la biomasa vegetal, confieren tolerancia a la sequía y producen sustancias químicas que son tóxicas para animales y que disminuyen

la herbivoría en las plantas; normalmente se transmiten por semillas [2] y su colonización es intercelular, dependiendo de los nutrientes del apoplasto para su crecimiento. Los segundos (Ascomycota o Basidiomycota) según los tejidos, el tipo de colonización y su transmisión se dividen en tres clases. En este grupo no están muy claras las ventajas para uno y otro organismo, usualmente los endófitos toman nutrientes y se protegen en el interior de la planta hospedera y en retribución se cree que incrementan el crecimiento o aumentan la tolerancia al estrés al producir metabolitos secundarios bioactivos como esteroides, alcaloides, fenoles, isocumarinas, xantonas, quinonas y terpenoides [3], metabolitos que a la planta le brindan protección y resistencia contra herbívoros y/o microorganismos. Con diferentes formas y tamaños pueden habitar las células o sus alrededores, incluyendo el tejido vascular. Logran diseminarse a todas las partes de las plantas.

Se conoce que las plantas biosintetizan moléculas con diversas actividades biológicas que el hombre aprovecha, entre otros, como analgésicos (morfina), anestésicos (connina), estimulantes (cafeína, nicotina), antibióticos (sanguinarina), antitumorales o como pigmentos vegetales, productos cosméticos, aceites esenciales, insecticidas, herbicidas y fungicidas. Es decir, estas moléculas fabricadas por las plantas, brindan muchos beneficios para la

humanidad. Se conoce también que los metabolitos bioactivos son sustancias naturales orgánicas producidas por microorganismos que poseen actividades en bajas concentraciones contra otros microorganismos, y por tanto tienen potencial antibiótico; estos microorganismos, también pueden vivir al interior de las plantas. La importancia de los hongos endófitos, aparece cuando se observan cuadros toxicológicos en animales de pastoreo, en 1898 se formuló la hipótesis de que los cuadros toxicológicos observados en animales, se debían al consumo de semillas o partes aéreas de los pastos infectados con hongos, tiempo después se supo que producían sustancias que defendían a los pastos de la herbivoría, y que la toxicidad podría estar relacionada con endófitos clavicipitaceos [4] lo que se comprobó poco después. La importancia de estos hongos se incrementó con el descubrimiento en 1926 de que en los cultivos de arroz habitaba el hongo *Gibberella fujikuroi* o *Fusarium moniliforme* en su forma asexual y su capacidad de biosintetizar ácido giberélico, que promovía el crecimiento de las plantas, descubrimiento que fue publicado en japonés en 1930.

En la actualidad y con el hallazgo de hongos endófitos se investiga si metabolitos secundarios bioactivos aislados de plantas son producto de los vegetales o de los microorganismos que los habitan o de ambos. Ejemplos sobresalientes del alcance de endófitos no clavicipitaceos son los hongos de las plantas *Taxus brevifolia* y *Catharanthus roseus* que producen potentes fármacos como los que se usan para combatir el cáncer, entre ellos el taxol aislado del hongo *Taxomyces andreanae* o la vinblastina y vincristina aisladas de *Fusarium oxisporum*, moléculas, que a saber, también las plantas producen. El fármaco alcaloide huperzina A (HupA) utilizado para tratar la enfermedad de Alzheimer no sólo se deriva de la planta *Huperzia serrata* sino que también es producido y biosin-

tezado por el hongo endófito *Penicillium* sp. El compuesto llamado LDL4.4 aislado de *H. serrata*; *Aspergillus fumigatus*, aislado de hojas de *Albizia lucidior* produce ergosterol, ácido helvólico y monometil sulocrina-4-sulfato con actividad inhibitoria sobre las bacterias *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas vulgaris* o compuestos bioactivos producidos por extractos del endófito *Penicillium* sp con actividad frente a la bacteria *Enterococcus faecalis*. Hay muchos ejemplos más.

Existen muchas plantas que producen compuestos con diversas actividades biológicas y también muchas con endófitos, que, aún de la importancia medicinal que puedan tener, en la mayoría de los casos se desconoce si esta respuesta está asociada a la planta, a la presencia de endófitos o a ambos. Por ejemplo, de la familia Annonaceae se conocen hongos endófitos de 20 especies, entre ellas: *Annona cacans*, *A. squamosa*, *A. muricata*, *A. senegalensis*, *Duguetia staudtii*, *Greenwayodendron suaveolens*, *Uvaria grandiflora*, *Xylopia sericea*; *Mitrephora wangii* y *Melodorum fruticosum*, de esta misma familia se han aislado 934 alcaloides, 99 con actividad biológica probada [5] y 456 "acetogéninas de anonáceas" [6] con actividades anticancerígenas, insecticidas y antimicrobianas. ¿Quién produce estos compuestos? ¿la planta o el endófito?. Algunos casos de endófitos de anonáceas con capacidad para producir moléculas secundarias, se circunscriben al hongo endófito *Cladosporium* sp aislado de hojas de *Annona cacans* que produce compuestos antioxidantes y antimicrobianos entre ellos ácido cumárico, ácido cinámico, cladosporina y cladosporol B junto con otros metabolitos, o al diterpeno periconicin B biosintetizado por *Periconia atropurpurea*, un endófito de *Xylopia aromatica*. *Diaporthe melonis* aislado de las hojas de *Annona squamosa*, es capaz de producir dihidroantracenos. El endófito *Simplicillium subtropicum* de la corteza fresca de *Duguetia*



staudtii biosintetiza los policétidos tetracíclicos y ergosterol. De los metabolitos más conocidos de la familia como los alcaloides y las “acetogeninas de anonáceas” se desconoce si los endófitos participan en su biosíntesis, aunque se sabe que algunos de estos metabolitos tienen actividad *in vitro* sobre hongos fitopatógenos. De esto se puede señalar que, es difícil distinguir si la producción de metabolitos secundarios es debida a la maquinaria biosintética de las plantas, o a la intervención de uno o varios microorganismos endófitos, o de ambos interactuantes, ya que en ocasiones los endófitos producen metabolitos similares a los de su planta hospedera como el taxol o la vinblastina y vincristina, entre otros. De todo lo comentado, el valor del estudio de los endófitos.

G L O S A R I O

Epífita: Que vive sobre otra planta, sin alimentarse a expensas de ésta.

Micorrizcos: Hongos asociados a raíces de una planta en la que ambos obtienen beneficios.

Esporas: Células reproductivas que no necesitan de otra para dividirse sucesivamente y formar un nuevo individuo.

Estomas: Abertura microscópica situadas en la epidermis de las hojas y partes verdes de los vegetales que permite el intercambio de gases y agua con el ambiente exterior.

Hifas: Filamentos vegetativos que conforman el micelio de los hongos.

Mesófilo: Tejido que se encuentra en medio de las hojas, entre el haz y el envés.

Células epidérmicas: Forman el tejido de protección de hojas, tallos, hojas, raíces, flores, frutos y semillas. Constituyen la cobertura más exterior de la planta.

Apresorio: Extremo hinchado de una hifa adhesiva, que rompe la cutícula de una célula epidérmica de la planta y que permite la penetración del micelio para establecer la infección de un hongo parásito.

Apoplasto: Espacio extracelular periférico conformado por las paredes celulares y los espacios extracelulares de las células vegetales por el que se mueve el agua y las sales minerales.

Metabolitos secundarios: Pequeños compuestos orgánicos que son producidos por las plantas y algunos otros organismos que son esenciales en las relaciones ecológicas, en algunos aspectos de la reproducción y en la defensa frente a herbívoros y patógenos.

Acetogeninas de anonáceas: Moléculas exclusivas de plantas de la familia de las anonáceas con actividad anticancerígena e insecticida.

P A R A C O N O C E R M Á S

[1] Petrini, O. (1991). Fungal Endophytes of Tree Leaves. In: Andrews, J.H., Hirano, S.S. (eds) *Microbial Ecology of Leaves*. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3168-4_9

[2] Rodríguez, R. J., White Jr, J. F., Arnold, A. E., & Redman, A. R. A. (2009). Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New phytologist*, 182(2), 314-330.

[3] Manganyi, M. C., & Ateba, C. N. (2020). Untapped potentials of endophytic fungi: A review of novel bioactive compounds with biological applications. *Microorganisms*, 8(12), 1934.

[4] Sánchez-Fernández, R. E., Sánchez-Ortiz, B. L., Sandoval-Espinosa, Y. K. M., Ulloa-Benítez, Á., Armendáriz-Guillén, B., García-Méndez, M. C., & Macías-Rubalcava, M. L. (2013). Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. *TIP Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16(2), 132-146.

[5] Lúcio, A. S. S. C., da Silva Almeida, J. R. G., Da-Cunha, E. V. L., Tavares, J. F., & Barbosa Filho, J. M. (2015). Alkaloids of the Annonaceae: occurrence and a compilation of their biological activities. *The alkaloids: chemistry and biology*, 74, 233-409.

[6] Liaw, C. C., Liou, J. R., Wu, T. Y., Chang, F. R., & Wu, Y. C. (2016). Acetogenins from annonaceae. *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products* 101, 113-230.

D E L A S A U T O R A S

Dra. Alma Rosa González Esquinca. aesquinca@unicach.mx

Dra. Christian Anabi Riley Saldaña. christian.riley@unicach.mx

Laboratorio de Fisiología y Química Vegetal, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

COMITÉ ORGANIZADOR DE CANTERA

COMITÉ EDITORIAL

Iván de la Cruz Chacón

Claudia Azucena Durán Ruiz

Daniel Pineda Vera

Fátima Cruz Moreno

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 Esquina.

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

CANTERA



 EL NEOTRÓPICO
© Daniel Pinada Vera | 2023

