

Las bromeliáceas epífitas ¿una fuente adicional de agua para vertebrados en selvas estacionales?

Las bromeliáceas epífitas han desarrollado mecanismos para obtener agua de la llamada precipitación oculta (neblina y rocío) y para almacenar agua de lluvia en tanques que se forman en las bases de sus hojas. A lo largo de su distribución geográfica existen diversas observaciones de vertebrados que las consumen deshojándolas y masticando las bases de sus hojas. En el presente estudio reportamos estas observaciones para monos, ardillas y aves de las selvas estacionalmente secas de la península de Yucatán. Discutimos cómo dada su alta protección a la herbivoría y bajo contenido de nutrientes, no constituyen un alimento deseable, pero probablemente constituyen una fuente de acceso a agua proveniente de la neblina y el rocío para dichos vertebrados.

Palabras clave:
Calakmul, epífitas,
especies clave, neblina,
rocío, vertebrados, Yucatán.

CASANDRA REYES-GARCÍA¹, CELENE ESPADAS MANRIQUE¹,
ALFREDO DORANTES¹, MANUEL J. CACH-PÉREZ², NARCY ANAÍ
PEREIRA ZALDÍVAR¹, ROGER ORELLANA¹,
JUAN PABLO PINZÓN ESQUIVEL³

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

²Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la Frontera Sur. Carretera a Reforma Km. 15.5 s/n. Ra. Guineo 2a. Sección, 86280, Villahermosa, Tabasco, México.

³Departamento de Botánica, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5, Mérida, Yucatán, México.

creyes@cicy.mx

En las selvas y otros ecosistemas las diversas especies que ahí habitan están en constante interacción. Estas interacciones pueden variar desde depredación, competencia o incluso, mutualismo (cuando ambos individuos se ven beneficiados). En el presente ensayo abordaremos algunas de las muchas relaciones planta-animal que se establecen entre algunos animales y las bromeliáceas epífitas.

Las plantas de la familia Bromeliaceae se distribuyen en América tropical y cerca de la mitad de sus especies son epífitas (Zotz 2016). Las epífitas son plantas que se establecen encima de otras plantas (frecuentemente sobre el dosel de los árboles), sin parasitarlas. Cuando se habita en el dosel, el agua y los nutrientes se obtienen durante pulsos de precipitación (ya sea en forma de lluvia, neblina o rocío) que las epífitas absorben a través de sus hojas. Entre eventos de precipitación, en estos ambientes aéreos, no hay otras fuentes más permanentes de agua, como puede ser las reservas del suelo para las plantas terrestres. Por esta razón las epífitas presentan adaptaciones que les permiten almacenar agua u obtenerla de fuentes no accesibles a todas las plantas. Una adaptación importante es presentar uno o varios reservorios de agua entre las bases

@CICYoficial    

 GOBIERNO DE
MÉXICO

    gob.mx



Figura 1. Formas de vida de las Bromeliaceae epífitas. **A.** *Aechmea bracteata* posee un tanque profundo, **B.** *Tillandsia fasciculata* posee un tanque más pequeño, hojas alargadas que también podrían interceptar neblina, **C.** *Tillandsia juncea* posee la forma típica de nebulofita, con hojas casi aciculares que son eficientes interceptando neblina. (Fotografías: Celene Espadas).

de sus hojas dispuestas en forma de roseta (Benzing 2000), llamado fitotelmata o tanque (Figura 1). Otra estrategia se ve en las plantas llamadas nebulofitas (Figura 1), las cuales presentan hojas alargadas y delgadas que se especializan en interceptar y así “cosechar” el agua de la neblina (Martorell y Ezcurra 2007). Una estrategia más es la succulencia, la cual se refiere al almacenamiento de agua en el interior de las células de la planta (Benzing 2000).

En el caso particular de las bromeliáceas con tanque, los reservorios pueden almacenar de mililitros a litros de agua dependiendo del tamaño de la planta (Zotz *et al.* 2020). Dichos tanques, adicionalmente, tienen la característica de constituir microhábitats para gran diversidad de flora y fauna como microorganismos, insectos, anfibios y reptiles (Benzing 2000). Probablemente gracias a estos tanques y la diversidad que contienen es que se ha encontrado que las bromeliáceas se relacionan con la diversidad de otros grupos como las aves. Cruz-Angón y Greenberg (2004) observaron que la diversidad de aves en cafetales disminuye al remover las epífitas de los árboles; existe también un recambio en el tipo de aves, con una disminución de las especies asociadas a los bosques y un aumento en las generalistas. Por su parte Carman (2010) observó que al introducir epífitas en monocultivos había un aumento en la riqueza de aves. Esta relación entre epífitas y riqueza también fue observada para insectos (Moorhead *et al.* 2010).

Además de promover estos microambientes en sus tanques, las bromeliáceas epífitas pueden promover otras interacciones con la fauna que las rodea.

Se ha observado que la herbivoría, medida como porcentaje de pérdida de una hoja, es muy baja en las bromeliáceas epífitas (Winkler *et al.* 2005) en comparación con otros grupos de plantas, lo que se explica dado que los herbívoros encuentran más apetitosas las hojas altas en nutrientes y a la vez, más suaves (Mattson 1980). Desde el punto de vista del herbívoro, el gasto de energía que se invierte en consumir la hoja debe ser redituable en los nutrientes y energía que se obtienen de esta. Desde el punto de vista de la planta, al habitar en zonas donde hay baja disponibilidad de nutrientes, como es el dosel, las hojas presentan una vida más larga (son perennes, no deciduas) y los pocos nutrientes deben resguardarse con mecanismos para desalentar la herbivoría. De esta manera se aumentará el gasto energético de los herbívoros al comer dichas hojas, haciendo que no sea redituable consumirlas. Las hojas perennes de las bromeliáceas son bajas en nutrientes (Winkler *et al.* 2005; Zotz 2016) y presentan mecanismos para desalentar la herbivoría. Entre estos encontramos hojas cubiertas de tricomas y/o espinas, altas en fibras y con alta presencia de cristales (sales de oxalacetato) lo que las hace duras y poco palatables (Figura 2). Las fibras a su vez pueden ser muy importantes estructuralmente para sostener hojas grandes necesarias para formar tanques con gran capacidad de almacenamiento de agua. Los cristales son citados como importantes en procesos metabólicos como la regulación de sales y del uso de agua de la planta (Franceschi y Horner 1980).

No obstante, en las selvas estacionalmente secas del norte de Yucatán y en la Reserva de la Biósfera

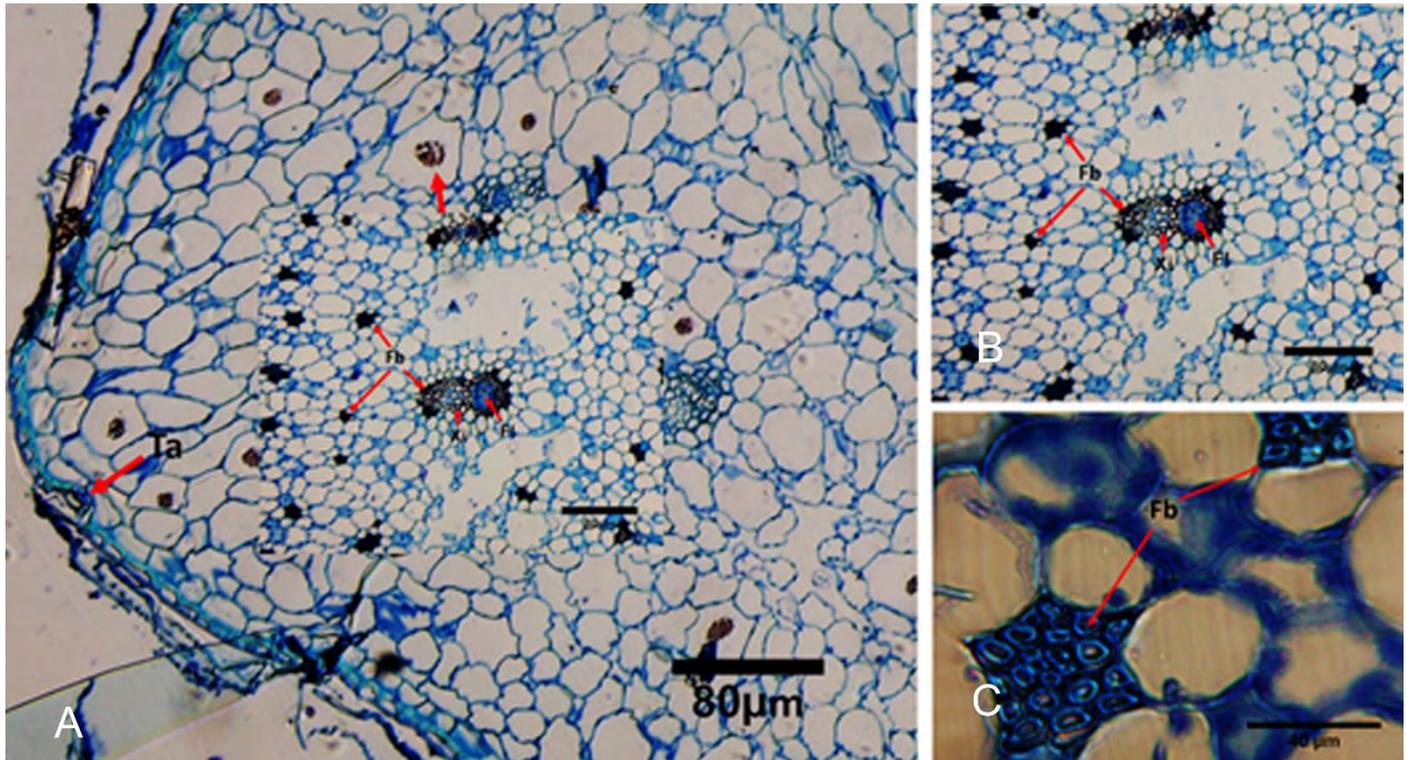


Figura 2. Presencia de estructuras que protegen contra los herbívoros pueden ser vistas al microscopio en cortes de hojas de Bromeliaceae. **A.** *Tillandsia yucatanana*, cristales (Cr) y tricomas (Ta) en la superficie de toda la hoja (imagen de microscopio óptico 10x de magnificación). **B.** *Aechmea bracteata*, fibras (Fb) distribuidas en la hoja y se comparan con el tamaño de los tejidos vasculares (xiloma, Xi y floema, Fl, 10x), **C.** *Aechmea bracteata*, acercamiento a los bordes esclerificados y engrosados de las fibras (40x). Las hojas se embebieron en resina, se cortaron usando un microtomo y se tiñeron con azul de toluidina para su observación. (Fotografías: Narcy Anaí Pereira).

Calakmul, al sur de la Península de Yucatán, hemos observado herbivoría por parte de vertebrados, ardillas (*Sciurus deppei*) (Figura 3A), monos aulladores o saragüatos (*Alouatta pigra*) (Figura 3B), monos araña (*Ateles geoffroyi*) y aves, Chara Pea (*Psilorhinus morio*) (Figura 3C) y Chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) (Figura 3D), que deshojan a las bromeliáceas epífitas para comerse las bases de sus hojas, cerca del centro de la roseta (meristemo). Puede verse que mordisquean las bases solamente y no el resto de la hoja. Este comportamiento de morder las bases de las hojas de las bromeliáceas ha sido descrito previamente en diversas especies de monos de la costa Atlántica de Brasil (Benzing 2000), y en monos araña de Chiapas (Gómez-Escamilla *et al.* 2017). Es posible que, debido a los tricomas y a las espinas de las hojas, los vertebrados prefieran comerse las bases no fotosintéticas que carecen de estas estructuras de defensa, y son en algunos casos más blandas, pudiendo ser suculentas

e incluso menos ácidas (ya que no llevan a cabo la fotosíntesis que en estas plantas produce ácidos orgánicos). Sin embargo, sigue siendo una incógnita por qué recurren a alimentos tan bajos en nutrientes.

En este ensayo planteamos la hipótesis de que los vertebrados pueden estar mordisqueando las bases de las hojas no por los nutrientes, sino debido a que en esas zonas pueden acceder a la humedad recolectada de eventos de lluvia, rocío o neblina que se colectan ya sea en los tanques o en las bases de las rosetas, así como en el agua almacenada en sus células. Hemos observado el comportamiento descrito en la selva de Calakmul hacia bromeliáceas nebulofitas (*Tillandsia juncea* (Ruiz & Pav.) Poir.) y en especies con tanques someros (*Tillandsia fasciculata* Sw., o *Tillandsia brachycaulos* Schldtl.) donde la condensación de rocío puede ocurrir (Andrade 2003). Observándose también en la suculenta *Tillandsia yucatanana* Baker en las selvas bajas estacionales del norte de la península. De esta manera los



Figura 3. Vertebrados deshojan y mastican las bases de las hojas de las bromelias epifitas. **A.** Ardilla (*Sciurus deppei*) con *Tillandsia brachycaulos*, **B.** Saragüato (*Alouatta pigra*) y con *Tillandsia fasciculata*, **C.** Chara Pea (*Psilorhinus morio*) con *Tillandsia fasciculata*, **D.** Chara Yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) con *Tillandsia yucatanana*. Las fotos A, B y C fueron tomadas en la Reserva de la Biósfera Calakmul y la foto D en una selva baja caducifolia al norte de Mérida, Yucatán. (Fotografías: **A, C, D.** Alfredo Dorantes y **B.** Manuel Cach).

vertebrados de bosques estacionalmente secos pudieran acceder a fuentes de agua que, si bien son pequeñas, pueden ser más constantes que las lluvias durante la sequía (Chávez-Sahagún *et al.* 2019). En bosques más lluviosos, monos del género *Ateles* han sido reportados bebiendo agua directamente de los tanques de las bromeliáceas (Campbell 2008, citado en Gómez-Escamilla *et al.* 2007), teniendo estos sitios mayor diversidad y abundancia de especies de bromeliáceas con tanques de alta capacidad de almacenaje.

En un estudio llevado a cabo en monos capuchinos (*Cebus capucinus*) de la selva estacionalmente seca de Santa Rosa, Costa Rica, se investigó si la es-

casez estacional de frutos y de orugas que proveen alto contenido nutritivo hacía que se alimentaran de hojas de bromeliáceas y de otros invertebrados menos nutritivos (Mosdossy *et al.* 2015). Los investigadores encontraron que, en efecto, al haber escasez de alimentos de mejor calidad, los monos invierten más tiempo buscando invertebrados. Sin embargo, no se encontró la misma relación con el uso de las hojas de bromeliáceas, las cuales describieron como las únicas hojas que los monos consumen constantemente. En dicho estudio el seguimiento de los monos se hizo una o dos veces al mes durante un año, encontrando el doble o más del doble de visitas durante los meses de enero, marzo y

abril, todos correspondientes a meses de sequía, siendo la temporada de lluvias del sitio de mayo a noviembre. Estas observaciones apoyan nuestra hipótesis, siendo que, en sitios estacionales, la escasez de agua puede llevar a los monos a utilizar más a las bromeliáceas como fuente alterna de agua.

Resulta también relevante que las observaciones de los vertebrados que consumen las bases de las hojas de las bromeliáceas parecen reportarse con más frecuencia en sitios estacionales (Benzing 2000, Mosdosy *et al.* 2015 y el presente estudio). Sería relevante diseñar estudios que puedan probar la relación entre la escasez de lluvias y las fuentes de agua permanentes con la frecuencia de consumo de las bases de estas plantas, así como la verificación de la cantidad de agua que pudiera extraerse de las bromeliáceas, ya sea lo acumulado entre las bases de las hojas o lo que pudieran extraer de los tejidos suculentos. El comprobar esta hipótesis contribuiría a la evidencia de que estas plantas, por su particular posición en el dosel, su morfología y su capacidad de acceder a la llamada precipitación oculta (neblina y rocío) son especies clave para los ecosistemas. Lo anterior implica que son especies relevantes en el funcionamiento de los ecosistemas debido a su contribución a procesos como el ciclaje de agua, de nutrientes y su relación con la biodiversidad, no solo de plantas sino también de animales.

Referencias

- Andrade J.L. 2003.** Dew deposition on epiphytic bromeliad leaves: an important event in a Mexican tropical dry deciduous forest. *Journal of tropical ecology* 19: 479–488. <https://doi.org/10.1017/S0266467403003535>
- Benzing D.H. 2000.** *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, Cambridge. 690 pp.
- Carman E.M. 2010.** Aumentando la diversidad de aves en una finca de café utilizando epífitas. *Zeledonia* 14: 59–63.
- Campbell C.J. (Ed.). 2008.** *Spider monkeys: Behavior, ecology and evolution of the genus Ateles* Vol. 55. Cambridge University Press.
- Chávez-Sahagún E., Andrade J.L., Zotz G. y Reyes-García C. 2019.** Dew can prolong photosynthesis and water status during drought in some epiphytic bromeliads from a seasonally dry tropical forest. *Tropical Conservation Science* 12: 1940082919870054. <https://doi.org/10.1177/1940082919870054>
- Cruz-Angón A. y Greenberg R. 2004.** Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42: 150–159. <https://doi.org/10.1111-j.1365-2664.2004.00983.x>
- Franceschi V.R. y Horner H.T. 1980.** Calcium oxalate crystals in plants. *The Botanical Review* 46(4): 361–427. <https://doi.org/10.1007/BF02860532>
- Gómez-Escamilla N., Téllez-Baños B., Espejo-Serna A. y López-Ferrari A.R. 2017.** The use of epiphytic Bromeliads by *Ateles geoffroyi* Kuhl (Primates, Mammalia) in Chiapas, Mexico. *Journal of Bromeliad Society* 66: 26–33.
- Martorell C. y Ezcurra E. 2007.** The narrow-leaf syndrome: a functional and evolutionary approach to the form of fog-harvesting rosette plants. *Oecologia* 151: 561–573. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0614-x>
- Mattson Jr W.J. 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual review of ecology and systematics* 11: 119–161. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.001003>
- Moorhead L.C., Philpott S.M. y Bichier P. 2010.** Epiphyte biodiversity in the coffee agricultural matrix: canopy stratification and distance from forest fragments. *Conservation biology* 24: 737–746. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01430.x>
- Mosdosy K.N., Melin A.D. y Fedigan L.M. 2015.** Quantifying seasonal fallback on invertebrates, pith, and bromeliad leaves by white-faced capuchin monkeys (*Cebus capucinus*) in a tropical dry forest. *American Journal of Physical Anthropology* 158: 67–77. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22767>
- Winkler M., Hülber K., Mehlreter K., García-Franco J. y Hietz P. 2005.** Herbivory in Epiphytic Bromeliads, Orchids and Ferns in a Mexican Montane Forest. *Journal of Tropical Ecology* 21: 147–54. <https://doi.org/10.1017/S0266467404002081>
- Zotz G. 2016.** *Plants on plants-the biology of vascular epiphytes*. Springer International Publishing, Geneva

282 pp.
Zotz G., Leja M., Aguilar-Cruz Y. y Einzmann H.J. 2020. How much water is in the tank? An

allometric analysis with 205 bromeliad species. *Flora* 264:151557. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151557>

Desde el Herbario CICY, 14: 51–56 (17-marzo-2022), 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, Diego Angulo 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: 17 de marzo de 2022. 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.