

¿Suelos en los árboles?

Elizabeth **Victoriano Romero**
Dulce María **Figueroa Castro**

Entre las distintas formas de vida que han desarrollado las plantas, se encuentran las llamadas epífitas. El término epífito proviene del griego, *epi* que significa arriba, y *phyton* que quiere decir planta, por lo que el término indica “arriba de otra planta”.

Las plantas epífitas se caracterizan por pasar al menos una fase de su ciclo de vida sobre otra planta, denominada hospedera o forofito. Las epífitas se han adaptado a vivir en las condiciones hostiles del dosel (o copas de los árboles), tales como un sustrato poco estable e infértil, así como la falta de un suministro constante de agua y nutrientes.

Para enfrentar estas condiciones, han desarrollado adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten obtener agua y nutrientes, ya sea de la atmósfera o de la materia orgánica acumulada en las cavidades que se forman entre sus hojas.

Entre estas adaptaciones se encuentra el desarrollo de tejidos especializados (por ejemplo el velamen) y tricomas que favorecen la absorción de agua y nutrientes desde la atmósfera; el cierre de los estomas durante el día y el desarrollo de cutículas gruesas sobre la superficie de las hojas para disminuir la pérdida de agua; el crecimiento en forma de roseta, que favorece la captura de hojarasca y la adquisición de nutrientes, así como el desarrollo de estructuras especializadas (pseudobulbos) para el almacén de agua.



Figura 1. Carpetas de epífitas en un bosque de niebla. Variación en el tamaño y composición de especies que conforman las carpetas de epífitas sobre un mismo forofito, carpeta constituida por la bromelia *Tillandsia punctulata* y el anturio *Anthurium scandens*, carpeta de gran tamaño conformada por los helechos *Phlebodium areolatum* y *Polypodium* sp., así como las bromelias *Tillandsia kirchhoffiana* y *Tillandsia multicaulis*, carpeta conformada por la bromelia *Tillandsia kirchhoffiana* y el helecho *Phlebodium areolatum*.

Todas estas adaptaciones han permitido que las epífitas colonicen exitosamente el dosel; ejemplo de ello, es el gran número de especies con hábito epífita ($\geq 50\%$) en algunas familias de plantas.

Las plantas epífitas representan el 9 % de las especies de plantas vasculares del mundo. Diversas familias de plantas con semilla son epífitas, siendo las orquídeas, las bromelias y las aráceas las más representativas. Por otra parte, entre las plantas vasculares sin semilla, alrededor del 20 % de los helechos son epífitos. Estos últimos tienen diversas adaptaciones para vivir en el dosel. Por ejemplo, presencia de escamas foliares y succulencia en hojas y rizomas para el almacenaje de agua, así como la producción de numerosas raicillas, formando un sistema rastrero en red que les ha permitido dominar y colonizar exitosamente el dosel.

En algunas plantas epífitas (es decir, helechos y anturios) el sistema de raíces que presentan favorece la acumulación de materia orgánica. En otras, como las bromelias, la acumulación de materia

orgánica se ve favorecida por su alta abundancia y distribución en parches.

En conjunto, estas características promueven la formación de lo que se conoce como suelos aéreos, suspendidos o histosoles, cuya característica principal es su alto contenido de materia orgánica y nutrientes.

IMPORTANCIA DE LOS SUELOS SUSPENDIDOS

Los suelos suspendidos o histosoles son producto de la acumulación de materia orgánica muerta en las raíces de las plantas epífitas (Figura 1). Tras la acumulación de partículas y la formación de suelos, es posible que varios individuos de una o distintas especies de epífitas coexistan compartiendo la rizosfera. A este conjunto discreto de epífitas se le conoce como “carpetas de epífitas” (Figura 1).

Estas carpetas están espacialmente separadas de otras y forman parches heterogéneos en el dosel. Además, en esa misma rizosfera en la que interactúan las raíces de las plantas epífitas y el suelo en formación, también se pueden establecer interacciones entre las raíces de las plantas epífitas y los microorganismos que habitan en el suelo. De esta manera, las carpetas de epífitas representan un microhábitat dentro de los ecosistemas en que se desarrollan.

Se han documentado carpetas de epífitas asociadas a suelos suspendidos en diferentes ecosistemas del mundo. No obstante, los países que concentran los mayores registros se encuentran en el continente americano (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos y México). Los ambientes en los que más frecuentemente se encuentran las carpetas de epífitas y los suelos suspendidos son los bosques tropicales húmedos y montanos, siendo el bosque de niebla el ecosistema que tiene la mayor abundancia.

En los bosques de niebla, se ha estimado que las carpetas de epífitas, en conjunto con los suelos suspendidos, pueden llegar a constituir entre 0.5 kg y 44 toneladas por hectárea. Por tanto, se reconoce que los suelos suspendidos, y las carpetas de epífitas que se desarrollan en ellos, tienen un papel



Figura 2. Carpetas de epífitas en un bosque de niebla. (a) Carpeta compuesta por la bromelia *Tillandsia multicaulis* y el helecho “humus” *Phlebodium areolatum* que favorece la formación de suelos suspendidos. (b) Carpeta conformada exclusivamente por la epífita “humus” *P. areolatum*, misma que tiene un papel primario en la retención del histosol.

funcional importante no solo en el dosel, sino en el ecosistema completo.

En las últimas décadas, se ha destacado la importancia funcional de los suelos aéreos como proveedores de nutrientes, tanto para las epífitas como para los árboles hospederos, e incluso para el propio suelo terrestre (Gotsch *et al.*, 2006).

La reserva de nutrientes contenida en los suelos aéreos puede contribuir al ciclo de nutrientes del ecosistema en tres formas. Primero, a través de la reincorporación de nutrientes de las epífitas que perecen y caen al suelo del bosque. En segundo lugar, la materia orgánica que cae del dosel es retenida en las carpetas de epífitas (Figura 2a), donde también se lixivia, dando lugar a la formación de los suelos aéreos.

Finalmente, tras la descomposición de la materia orgánica, los nutrientes disponibles son absorbidos por las raíces apogeotrópicas (adventicias) que generan los árboles dentro de los suelos aéreos. La importancia de los suelos aéreos como proveedores de nutrientes del ecosistema es particularmente notoria en lo referente al contenido de nitrógeno y fósforo, dos nutrientes esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas. Al comparar la concentración de estos dos nutrientes

entre suelos terrestres y suelos suspendidos se ha encontrado mayor contenido en estos últimos.

Sin embargo, la importancia de los suelos aéreos va más allá de la cantidad de nutrientes que contienen. Es probable que durante su formación, los suelos aéreos estén íntimamente relacionados con la ocurrencia de procesos sucesionales (cambios en la composición de especies a través del tiempo) de las comunidades de epífitas. La diversidad y abundancia de plantas epífitas asociadas a los suelos suspendidos en distintos momentos del proceso sucesional favorecen la retención de agua y proveen de alimento, refugio, así como sitios de anidación a diversos organismos, ya que representan un microhábitat único dentro de los ecosistemas. De esta manera, la formación de suelos suspendidos se relaciona positivamente con la diversidad de animales; y en el caso de los invertebrados, se ha registrado que los suelos suspendidos albergan una densidad similar a la que comprenden los suelos terrestres del bosque.

De acuerdo con esto, es evidente que los procesos ecológicos que ocurren en las carpetas de epífitas con suelo suspendido son cruciales para

el mantenimiento de la diversidad en los ecosistemas. Por lo tanto, es imprescindible entender los procesos ecológicos que ocurren en las carpetas de epífitas y los suelos suspendidos asociados a ellas.

Algunos aspectos clave son la identificación de las especies epífitas encargadas de retener los suelos suspendidos, la composición de la comunidad vegetal asociada a ellos y la importancia relativa de cada especie en la retención de suelo, así como la caracterización nutricional de los suelos.

LA FORMACIÓN DE SUELOS SUSPENDIDOS: UN PROCESO DINÁMICO

Se ha sugerido que las plantas epífitas fungen como ingenieros de los ecosistemas ya que modifican el ambiente, creando condiciones únicas para el establecimiento y mantenimiento de otras especies (Ortega-Solis *et al.*, 2017). En las carpetas de epífitas con suelo suspendido asociado, las especies con mayor biomasa se denominan “epífitas de humus” (Figura 2b). Entre las denominadas especies humus se encuentran algunos helechos y bromelias. Ambos grupos tienen características particulares que favorecen la formación de los suelos suspendidos.

Algunos estudios han proporcionado evidencias sobre el papel de helechos y bromelias como epífitas humus en la formación de suelos suspendidos. En un bosque de secuoyas en California, Estados Unidos, se encontró que el helecho *Polypodium scolieri* era la principal epífita involucrada en la formación de suelos suspendidos de hasta 1 m de profundidad (Enloe *et al.*, 2006).

Por su parte, en el bosque de niebla en Veracruz, México, se identificaron cuatro especies como componentes importantes de carpetas de epífitas y suelos suspendidos; tres bromelias del género *Tillandsia* y el helecho *Phlebodium areolatum* (Flores-Palacios y García-Franco, 2004; Victoriano-Romero *et al.*, 2020). De acuerdo con Flores-Palacios y García-Franco, el sistema de rizomas rastreros

largos, ramificados y suculentos del helecho forma una red de raíces subterráneas que participa en la retención de suelos suspendidos, por lo que podría ser considerada como epífita humus. Por su parte, aunque las bromelias del género *Tillandsia* tienen raíces poco desarrolladas, su abundancia sugiere que tienen un papel importante en la dinámica de las carpetas de epífitas con suelos suspendidos.

Se ha reconocido que los suelos suspendidos se forman a través de procesos dinámicos de las epífitas humus y no solo a partir de la acumulación pasiva de materia orgánica en las ramas (Victoriano-Romero *et al.*, 2020). Dichos autores encontraron además que el contenido de nitrógeno y fósforo en los suelos suspendidos incrementaba conforme las carpetas de epífitas tenían mayor volumen de suelo. Por lo tanto, se reconoce que las especies de epífitas que conforman las carpetas y la importancia relativa de cada una en la formación de los suelos suspendidos y el contenido de nutrientes en ellos, puede variar a lo largo del tiempo.

Sin embargo, el conocimiento y la comprensión sobre el dinamismo presente en el proceso de formación de los suelos suspendidos son aún escasos.

CONCLUSIÓN

Los suelos suspendidos son frecuentes e importantes en ecosistemas húmedos como los bosques de niebla.

Un componente central de los suelos suspendidos son las epífitas “humus”, que se desarrollan bien en ellos y que contribuyen a la acumulación de materia orgánica rica en nutrientes (histosoles). Las evidencias apuntan a que algunos helechos y bromelias fungen como ingenieros del ecosistema, ya que su establecimiento favorece la formación de suelos suspendidos.

Sin embargo, los procesos sucesionales y la dinámica de las comunidades de epífitas que se establecen en ellos son poco conocidos.

A pesar de la importancia que tienen los suelos suspendidos para las epífitas, sus árboles hospederos e incluso la fauna del dosel, aún quedan



© Emilio Salceda. *Xinacates*. San Nicolás de los Ranchos, Puebla, 2017.

muchas interrogantes por contestar, por ejemplo ¿cuánto tiempo tardan en formarse?, ¿qué interacciones ocurren en las carpetas con suelos suspendidos?, entre otras.

REFERENCIAS

Enloe HA, Graham RC and Sillett SC (2006). Arboreal histosols in old-growth redwood forest canopies, Northern California. *Soil Science Society of America Journal* 70:408-418.

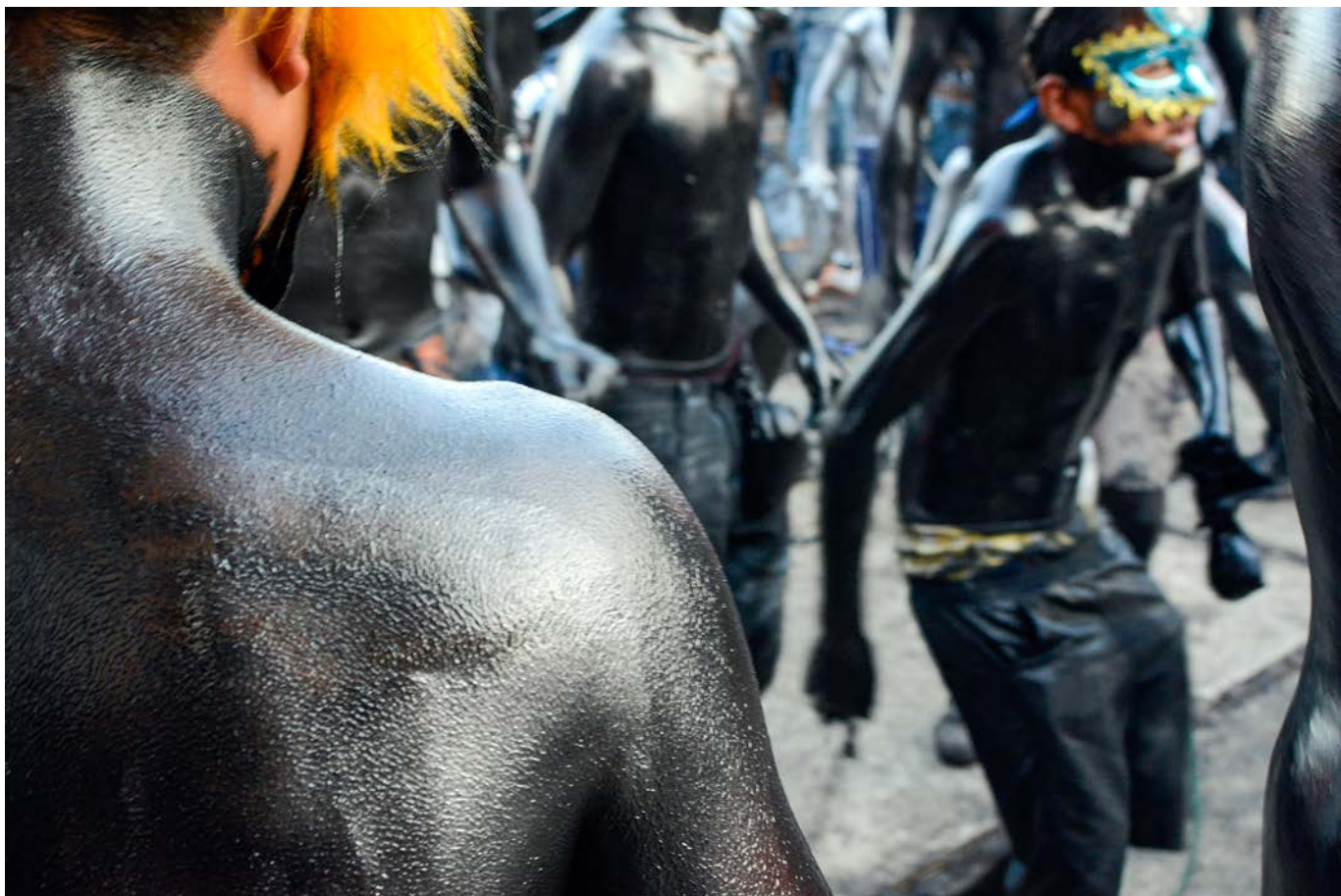
Flores-Palacios A and García-Franco JG (2004). Effect of isolation on the structure and nutrient budget of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 173:259-269.

Gotsch SG, Nadkarni NM y Amici AA (2016). The functional roles of epiphytes and arboreal soils in tropical montane cloud forests. *Journal of Tropical Ecology* 32:455-468.

Ortega-Solís G, Díaz I, Mellado-Mansilla D, Tello F, Moreno R and Tejo C (2017). Ecosystem engineering by *Fascicularia bicolor* in the canopy of the South-American temperate rainforest. *Forest Ecology and Management* 400:417-428.

Victoriano-Romero E, García-Franco JG, Mehlreter K, Valencia-Díaz S, Toledo-Hernández VH and Flores-Palacios A (2020). Epiphyte associations and canopy soil volume: nutrient capital and factors influencing soil retention in the canopy. *Plant Biology* 22:541-552.

Elizabeth Victoriano Romero
Dulce María Figueroa Castro
Laboratorio de Interacciones Ecológicas
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)
figgery@gmail.com



© **Emilio Salceda.** *Xinacates.* San Nicolás de los Ranchos, Puebla, 2017.