Desde el Herbario CICY
15: 141-146 (13/julio/2023)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

¿El que pega primero pega dos veces? Una mirada a las plantas pioneras en los bosques tropicales

Las plantas pioneras son aquellas que inician el desarrollo de una comunidad, en sitios donde muy pocas especies pueden ser exitosas. En este ensayo nos enfocaremos en las especies de plantas pioneras de bosques tropicales, tanto secos como húmedos, para conocer algunas de las características que les permiten colonizar y establecerse de manera exitosa en ecosistemas tan disímiles. En los bosques húmedos el establecimiento de especies pioneras ocurre en condiciones benignas, donde la luz y el agua son abundantes; mientras que en los bosques secos ocurre en un ambiente sumamente caliente y seco que solo algunas especies pueden tolerar.

Palabras clave:
ecología,
rasgos funcionales,
regeneración,
restauración,
sucesión ecológica.

IRVING SAENZ-PEDROZA[1,2] Y CARMEN ZEPEDA-GÓMEZ[1]

[1]Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Campus El Cerrillo, Carretera Toluca-Ixtlahuaca Km 15.5, Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, México, 50200, México.
[2]irvingsaenz@gmail.com

Ser un pionero supone un gran logro, pues significa ser el primero en llevar a cabo una actividad o descubrir un lugar antes inexplorado. Siempre se tendrá el honor de haber alcanzado tal objetivo, incluso si el resultado no es el mejor. Un buen ejemplo de ello es el astronauta estadounidense Neil Armstrong, conocido mundialmente por haber sido el primer humano en pisar la Luna; o los alpinistas Edmund Hillary y Tenzing Norgay que han quedado grabados en la historia como los primeros en alcanzar la cumbre del Everest; o que decir de la extraordinaria científica Marie Curie, quien no solo fue la primera mujer en recibir el premio Nobel, sino también la única persona en ganar dos premios Nobel en diferentes disciplinas. Si examinamos la historia de la humanidad, descubriremos una interminable cantidad de personajes que son reconocidos como pioneros en sus respectivos campos y que, con frecuencia, han obtenido fama y fortuna a partir de ello.

En general, se percibe que ser un pionero no solo es un acto de meritorio reconocimiento, sino también una ventaja sobre la competencia, como afirma el refrán popular: "El que pega primero, pega dos veces". Esta mentalidad fue la que impulsó la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética a lo largo de varias décadas del siglo XX y hoy en día, está alentando la exploración de Marte con miras a una posible colonización en el futuro.

El termino pionero, también es usado en ecología para referirse a aquellas especies o grupos de especies (usualmente plantas, pero también puede incluir microorganismos e invertebrados) que inician la colonización de un área deshabitada o desprovista de vida. Esta colonización se produce durante la sucesión primaria

Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores

Desde el Herbario CICY
15: 141-146 (13/julio/2023)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

(Figura 1). De igual forma, estas especies también son las primeras en establecerse en áreas inicialmente biodiversas que han sido alteradas severamente por disturbios como los incendios forestales o la deforestación. Asimismo, las especie pioneras pueden establecerse en claros de bosque formados de manera natural o por la actividad humana, donde la remoción de vegetación es lo suficientemente drástica como para cambiar significativamente las condiciones ambientales, lo cual sucede durante la sucesión secundaria (Dalling 2008, Chazdon 2014).

ciones se han llevado a cabo principalmente en los bosques húmedos del Neotrópico (Finegan 1996, Chazdon, 2008), donde los primeros años de sucesión representan un ambiente caracterizado por una baja competencia y una gran cantidad de recursos, en particular una alta disponibilidad de luz. En este ambiente, el estilo de vida pionero requiere que las especies sean oportunistas y tengan la capacidad de aprovechar los recursos de forma eficaz y con el menor costo posible (Turner 2001).

Por ejemplo, se ha observado que muchas especies consideradas como pioneras presentan troncos

Figura 1. Los musgos son plantas típicamente reconocidas como especies pioneras en procesos de sucesión primaria (Fotografía: I. Saenz-Pedroza).

Los bosques tropicales que se regeneran de forma natural tras un uso agrícola, proporcionan un escenario de estudio ideal para comprender la colonización y el establecimiento de especies pioneras durante el proceso de sucesión secundaria, y su posterior reemplazo por otras especies. Estas investiga-

de madera blanda con una conductividad hidráulica elevada. Además, tienen hojas grandes con un alto contenido de nitrógeno que optimizan la eficiencia de la fotosíntesis. Estos rasgos funcionales (características morfológicas, fisiológicas o fenológicas que influyen sobre la capacidad de las especies para esta-

blecerse, crecer, sobrevivir y reproducirse) (Violle *et al*. 2007), permiten maximizar la captación de recursos y el crecimiento de las plantas con bajos costos de producción. Sin embargo, por muy ventajosa que parezca, esta estrategia de vida adquisitiva o explotadora de recursos solo es favorable cuando los recursos hídricos y lumínicos son abundantes, y representa una disyuntiva que reduce la sobrevivencia en situaciones donde los recursos son insuficientes para mantener una estrategia de vida tan demandante. Un ejemplo de ello, son las especies del género *Cecropia* spp., las cuales son plantas típicamente pioneras en el Neotrópico, que tienen un rápido crecimiento y un ciclo de vida corto (Poorter y Bongers 2006, Poorter *et al*. 2019, Jakovac *et al*. 2021).

Las disyuntivas funcionales, también conocidas como interacciones funcionales negativas o tradeoffs (su denominación en inglés), son comunes en la naturaleza, y describen situaciones en las que se obtiene un beneficio significativo en un aspecto determinado, pero se pierde en otros. Un ejemplo de esto son las plantas de madera blanda, que pueden tener un rápido crecimiento y un bajo costo de producción. Sin embargo, estas ventajas se obtienen a expensas de una menor longevidad, así como una mayor susceptibilidad al daño mecánico y a la cavitación, es decir, la formación de burbujas de aire en el sistema vascular de la planta que ocasiona una disminución de la conductancia hidráulica cuando hay una pérdida excesiva de agua (Figura 2). Esto significa que estas plantas alcanzan la plenitud de su desarrollo físico y sexual en muy poco tiempo, lo que implica un estilo de vida fugaz, en el que se vive rápido y se muere joven (Poorter *et al*. 2019).

Como se ha mencionado con anterioridad, el estudio de la sucesión ecológica, que, entre otras cosas, busca comprender por qué las especies se establecen en las primeras fases de la sucesión y por qué son reemplazadas por otras especies en las etapas intermedias y finales. Sin embargo, estas investigaciones se han concentrado principalmente en los bosques tropicales húmedos, dejando de lado a aquellos bosques tropicales que se caracterizan por una estacionalidad marcada, que usualmente se denominan como bosques secos o estacionalmente secos (Vieira y Scariot 2006). Estudios recientes han demostrado que los factores que contribuyen al establecimiento y la dominancia de especies pioneras al comienzo de la sucesión, son muy distintos en bosques secos comparados con los bosques húmedos (Lohbeck *et al*. 2013).

En los bosques estacionalmente secos, las condiciones ambientales al inicio de la sucesión se caracterizan por su baja disponibilidad de agua, altos niveles de radiación y altas temperaturas tanto en el suelo como en el aire. Estas condiciones, en conjunto, generan un entorno hídricamente estresante que aumenta la pérdida de agua de las plantas a través de la transpiración (Figura 3). Adicionalmente, el patrón de estacionalidad pluvial, típico de estos bosques, intensifica estas condiciones secas, calurosas y con altos niveles de radiación durante la época de sequía (Bhaskar y Ackerly 2006, Pineda-García *et al*. 2013).

Figura 2. Caída de árboles pioneros con un ciclo de vida corto, *Cecropia* sp., Jardín Botánico Regional "Roger Orellana", CICY (Fotografía: I. Saenz-Pedroza).

En este contexto, las especies pioneras que son capaces de establecerse con éxito durante los primeros años de la sucesión ecológica, son aquellas que cuentan con mecanismos de resistencia o evasión para afrontar las condiciones hídricamente estresantes. Las especies con una estrategia de tole-

Desde el Herbario CICY
15: 141-146 (13/julio/2023)
Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
ISSN: 2395-8790

rancia a la sequía tienen hojas resistentes y longevas, pero con una capacidad reducida, o troncos con madera de alta densidad y baja conductividad hidráulica. Estos rasgos funcionales, que conllevan un costo elevado de producción y unas tasas fotosintéticas bajas, contribuyen, por otro lado, a minimizar la pérdida de agua por transpiración y a mejorar la resistencia a la cavitación (Lohbeck *et al*. 2015, Poorter *et al*. 2019).

Por otra parte, hay especies que tienen una estrategia de evasión en la que se optimiza la obtención de recursos durante los momentos de gran disponibilidad de agua, y en cambio se reduce la actividad durante los periodos de sequía, un ejemplo de ello son las especies del género *Bursera* Jacq. ex L. (Méndez-Toribio *et al*. 2020). La pérdida de follaje representa la estrategia de evasión más habitual en ambientes hídricamente estresantes. Esto permite reducir la pérdida de agua por transpiración, mantener un nivel adecuado de conductancia hidráulica en los tejidos. Asimismo, se ha observado que algunas plantas pioneras, usualmente de la familia Fabaceae, poseen hojas compuestas con foliolos reducidos y, a veces, con pulvinos, es decir, estructuras que se desarrollan en la base o en el peciolo de las hojas que, mediante variaciones en la turgencia, permiten el movimiento de las hojas (Figura 4). Estas características les permiten regular la posición de las hojas para evitar la exposición excesiva a la radiación solar, prevenir el sobrecalentamiento de las hojas y minimizar las pérdidas de agua por transpiración. Un buen ejemplo que representa a este grupo de especies son los géneros *Mimosa* L. y *Acacia* Mill., árboles pioneros muy comunes en los bosques tropicales secos de México (Lebrija-Trejos *et al.* 2010, Sanaphre-Villanueva *et al.* 2017).

Figura 3. Condiciones de alta radiación, temperatura y estrés hídrico al inicio de la sucesión en un bosque estacionalmente seco de Yucatán, municipio de Oxkutzcab (Fotografía: I. Saenz-Pedroza).

Este conocimiento de las estrategias de vida y los rasgos funcionales de las plantas pioneras, puede ser de gran utilidad para la selección apropiada de especies en programas de restauración forestal, permitiendo que estos se basen en procesos de regeneración natural y sucesión secundaria; lo que no solo resulta más económico, sino que también mejora las posibilidades de éxito en el establecimiento y puede derivar en una comunidad vegetal más diversa y resistente. Así, por ejemplo, tal y como lo plantean Poorter *et al.* (2019), la restauración forestal de los bosques húmedos puede llevarse a cabo con especies de crecimiento rápido, de madera blanda, que se establezcan rápidamente; entremezcladas con especies de crecimiento lento que eventualmente las sustituirán. Esto es distinto en sitios que presentan periodos de sequía muy intensos, donde la restauración forestal debe favorecer la siembra de especies con rasgos que minimicen la pérdida de agua por transpiración, como la madera de alta densidad, lo que incrementaría sus posibilidades de sobrevivencia.

Figura 4. Foliolos en hojas compuestas, que reducen el sobrecalentamiento y la pérdida de agua en una especie de la familia Fabaceae (Fotografía: I. Saenz-Pedroza).

Referencias

Bhaskar R. y Ackerly D.D. 2006. Ecological relevance of minimum seasonal water potentials. *Physiologia Plantarum* 127(3): 353-359.

Chazdon R.L. 2014. *Second Growth: the promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press, Chicago. 449 pp.

Chazdon R.L. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. *In*: Carson W. y Schnitzer S. Eds. *Tropical Forest community ecology,* pp. 385-408. Wiley-Blackwell Publishing, Okford, UK.

Daling J.W. 2008. Pioneer species. *In*: Jorgensen S.E y Fath B. Eds. *Encyclopedia of Ecology*, pp. 2772-2782. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Finegan B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends in ecology & evolution* 11(3): 119-124.

Jakovac C.C., Junqueira A.B., Crouzeilles R., Peña-Claros M., Mesquita R.C. y Bongers F. 2021. The role of land-use history in driving successional pathways and its implications for the restoration of tropical forests. *Biological Reviews* 96(4): 1114-1134.

Lebrija-Trejos E., Pérez-García E.A., Meave J.A., Bongers F. y Poorter L. 2010. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical system. *Ecology* 91(2): 386-398.

Lohbeck M., Poorter L., Lebrija-Trejos E., Martínez-Ramos M., Meave J.A., Paz H., Pérez-García E.A., Romero-Pérez E., Tauro A. y Bongers F. 2013. Successional changes in functional composition contrast for dry and wet tropical forest. *Ecology* 94(6): 1211-1216.

Lohbeck M., Lebrija-Trejos E., Martínez-Ramos M., Meave J.A., Poorter L. y Bongers F. 2015. Functional trait strategies of trees in dry and wet tropical forests are similar but differ in their consequences for succession. *PLoS One* 10(4): e01-23741.

Méndez-Toribio M., Ibarra-Manríquez G., Paz H. y Lebrija-Trejos E. 2020. Atmospheric and soil drought risks combined shape community assembly of trees in a tropical dry forest. *Journal of Ecology* 108(4): 1347-1357.

Pineda-García F., Paz H. y Meinzer F.C. 2013. Drought resistance in early and late secondary successional species from a tropical dry forest: the interplay between xylem resistance to embolism, sapwood water storage and leaf shedding. *Plant, Cell & Environment* 36(2): 405-418.

Poorter L., Rozendaal D.M.A., Bongers F. *et al.* 2019. Wet and dry tropical forests show opposite successional pathways in wood density but converge over time. *Nature Ecology & Evolution* 3: 928-934.

Poorter L. y Bongers F. 2006. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. *Ecology* 87(7): 1733-1743.

Sanaphre-Villanueva L., Dupuy J.M., Andrade J.L., Reyes-García C., Jackson P.C. y Paz H. 2017. Patterns of plant functional variation and specialization along secondary succession and topography in a tropical dry forest. *Environmental Research Letters* 12(5): 055004.

Turner I.M. 2001. *The ecology of trees in the tropical rain forest*. Cambridge University Press, Cambridge. 316 pp.

Vieira D.L.M. y Scariot A. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forest for restoration. *Restoration Ecology* 14(1): 11-20.

Violle C., Navas M.L., Vile D., Kazakou E., Fortunel C., Hummel I. y Garnier E. 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116(5): 882-892.

Desde el Herbario CICY, 15: 141-146 (13-julio-2023), 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. 232, **www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx.** Editores responsables: Ivón M. Ramírez Morillo, Diego Angulo y Néstor E. Raigoza Flores. 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: 13 de julio de 2023. 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.