



## Factores ambientales que influyen a nivel fisiológico en la germinación de semillas de Bromelias Environmental factors that influence the germination of Bromeliads seeds at a physiological level

Ana Martin<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0007-1879-0687>

Henry Velásquez<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0008-9112-6632>

Darielis Lezcano<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0001-2517-4459>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiriquí. Programa de Maestría en Biología

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiriquí. Licenciatura en Biología

Autor correspondiente: [ana.martin@unachi.ac.pa](mailto:ana.martin@unachi.ac.pa)

Enviado el 26 del 11 de 2023. Aceptado el 17 de junio de 2024

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v2i1.654>

### Resumen

Las bromelias son plantas con hábitos epífitos y en menor cantidad se desarrollan sobre el suelo, son importantes a nivel ecológico, ya que funcionan como indicadores de perturbación del medio ambiente e intervienen en los ciclos de nutrientes e hidrológicos. También sirven de hospederos para artrópodos e invertebrados, son ornamentales y tienen importancia medicinal, por lo cual son vulnerables a la extracción por humanos. Si la germinación de estas plantas en estado silvestre es exitosa, su abundancia y distribución aumentarían. Esta revisión muestra un análisis de los principales factores que limitan la germinación de las semillas de bromelias, se presenta una descripción detallada del efecto sobre la germinación de factores climáticos como la luz, temperatura y humedad. Además de algunos factores bióticos que afectan la germinación en los que se incluyen las características que tiene la corteza del árbol hospedero, los compuestos alelopáticos que pueda producir la corteza que actúan como inhibidores de la germinación, entre otros. Debido a que las bromelias presentan requerimientos de germinación muy específicos se sugiere que futuros estudios exploren temas en la fisiología y ecología de los procesos germinativos, y así tener una información más detallada sobre los factores que afectan la germinación de estas semillas, tanto en campo como en laboratorio, para así colaborar en la conservación de estas especies.

### Palabras clave

Epifitismo, escarificación, estrés ambiental, luz, semillas, susceptibilidad, temperatura.

### Abstract

Bromeliads are plants with epiphytic habits and in smaller quantities they develop on the ground. They are important at an ecological level since they function as indicators of environmental disturbance and intervene in nutrient and hydrological cycles. They also serve as hosts for arthropods and invertebrates, are ornamental, and have medicinal importance, which is why they are vulnerable to extraction by humans. If the germination of these plants in the wild is successful, their abundance and distribution will increase. This review shows an analysis of the main factors that limit the germination of bromeliad seeds, a detailed description of the effect on germination of climatic factors such as light, temperature, and



humidity is presented. In addition to some biotic factors that affect germination, which include the characteristics of the bark of the host tree, the allelopathic compounds that the bark can produce act as germination inhibitors, among others. Because bromeliads have very specific germination requirements, it is suggested that future studies explore topics in the physiology and ecology of germination processes, and thus have more detailed information on the factors that affect the germination of these seeds, both in the field and in the laboratory, to collaborate in the conservation of these species.

### **Keywords**

Environmental stress, epiphytism, light, scarification seeds, susceptibility, temperature.

### **Introducción**

La familia Bromeliaceae comprende tres subfamilias (Pitcairnioideae, Tillandsioideae y Bromelioideae) (Espinoza et al., 2017). En las Bromelioideae el epifitismo es más común, pero también hay formas terrestres con raíces funcionales (Benzing, 1978). En Panamá, las bromelias son uno de los principales grupos de epífitas y contribuyen considerablemente a la diversidad, intervienen en los ciclos de nutrientes y agua, y sirven de hospederos para artrópodos e invertebrados (Nadkarni et al., 2004). Las bromelias crecen en ambientes terrestres y epífitos, ocupando desde las copas hasta las ramas de los árboles en los bosques que habitan (Carvente et al., 2017), aunque la mayoría son de sombra, ciertas especies toleran altas intensidades lumínicas (Hietz y Briones, 2001). El grupo de las bromelias epífitas son uno de los más susceptibles a la fragmentación y perturbación de los bosques, debido a que dependen de sus árboles hospederos y muchos de los bosques donde ellas habitan han sido talados, reduciendo y alterando su hábitat (Holbrook, 1991; Turner et al., 1994).

Con respecto a lo anterior las epífitas han atraído especial atención por parte de botánicos, ecólogos y fisiólogos debido a su versatilidad ecológica (Croat, 1978, Laube et al., 2006; Smith et al., 1974, 1977, 1979; Zotz y Bader, 2009). Además, son atractivas en la industria hortícola (Flores y Valencia, 2007) y son importantes en la etnobotánica, donde algunas especies se utilizan como medicina tradicional, ingredientes alimenticios, narcóticos y en ceremonias religiosas (García y Peña, 1981).

El establecimiento de nuevos individuos depende de las condiciones del hábitat, la disponibilidad de propágulos (vegetativos o reproductivos), así como de los requerimientos particulares de las especies (Harper, 1977; Baskin y Baskin, 1998). En los últimos años se han realizado algunos estudios en campo sobre todo en taxonomía y distribución de bromeliáceas como los realizados en Panamá por Cáceres-



González et al. (2011) contabilizando un total de 206 especies para el país. En México, Panamá y Brasil se han realizado otros estudios en temas de ecología, fenología reproductiva y conservación, estos abarcan especies de distintas subfamilias y hábitos de crecimiento (da Rosa y Ferreira, 1998; Graham y Andrade, 2004; Pinheiro y Borghetti, 2003; Pompelli, 2006; Vieira y Silveira, 2010; Zotz y Rodríguez, 2022). La germinación se considera una etapa crítica en la vida de las plantas, de ella dependen la distribución, dinámica y permanencia de las poblaciones. Esta etapa es muy sensible en las epífitas debido a que las semillas se enfrentan a factores bióticos y abióticos en el árbol hospedero para poder germinar (Silvertown y Lovett-Doust, 1993).

Existen factores de carácter fisiológicos que podrían ser determinantes para el éxito de este proceso de germinación (Benzing, 1990), y así poder elaborar planes para el manejo y conservación de las especies. Esta revisión bibliográfica proporciona un análisis detallado de los factores que influyen a nivel fisiológico en la germinación de bromelias epífitas, dividiendo el contenido en factores propios del epifitismo y germinación, bióticos y abióticos y la influencia de las propiedades físicas y químicas del hospedero.

## **Desarrollo y Análisis**

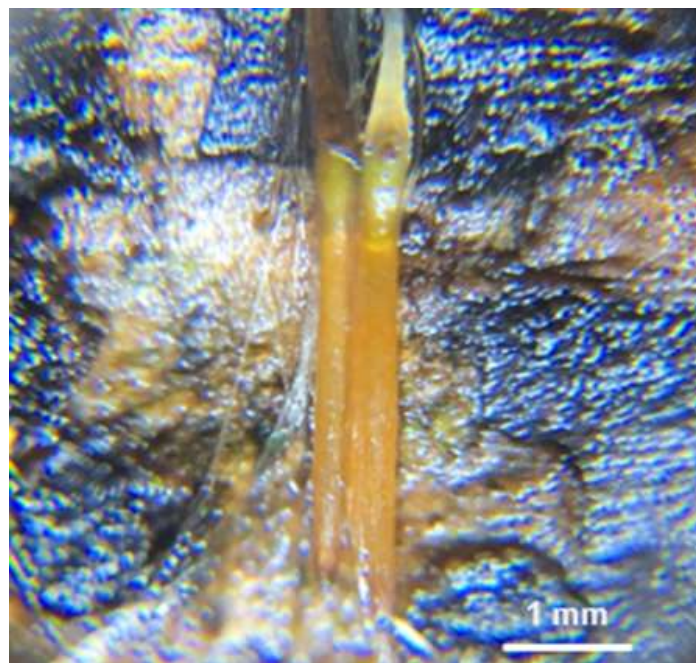
### **Epifitismo y Germinación**

El epifitismo se da cuando una planta pasa la mayor parte de su vida sobre otra, sin provocar daños a la misma (Benzing, 1990; Moffet, 2000), aunque el peso excesivo de las mismas puede ocasionar que las ramas del árbol hospedero se fragmenten y caigan. Con respecto a su contraparte terrícola, el epifitismo ha hecho que las plantas desarrollen adaptaciones morfológicas y anatómicas (Zotz, 2016) lo cual genera ventajas como mejor exposición a polinizadores, mayor dispersión de semillas, mayor acceso a la luz y protección contra herbívoros (Dressler, 1981).

La germinación empieza con la imbibición de la semilla, que es la etapa donde la semilla absorbe agua y se hidrata, y termina con la elongación de la radícula (Baskin y Baskin, 1998). Durante la germinación se dan procesos como la hidratación, cambios subcelulares, respiración, síntesis de macromoléculas y elongación celular para transformar el metabolismo de una semilla deshidratada en un metabolismo rápido que culmina con el crecimiento del embrión (Finch y Leubner, 2006). Hay factores que varían

entre familias y entre especies en un ambiente similar (Pinheiro y Borghetti, 2003; Pompelli, 2006). En las bromelias epífitas los factores bióticos y abióticos que desencadenan la germinación son muy específicos debido al tipo de sustrato en el que se desarrollan y el tamaño pequeño de las semillas (Benzing, 1990). Algunos factores abióticos que influyen son la luz, temperatura y humedad. Dentro de los bióticos, las propiedades de los árboles como rugosidad de la corteza, orientación y grosor de los árboles donde ocurre la germinación (Benzing, 1990; Galván, 2015).

Las bromelias poseen semillas bastantes pequeñas, de 1 a 4 mm aproximadamente (Espejo et al., 2005), alargadas y con un apéndice plumoso, lo que les permite ser transportadas por el aire y anclarse en la corteza de los árboles (Benzing, 1990), como lo muestra la figura 1.



**Figura 1.**  
**Semilla de *Guzmania stenostachya* L.B. Sm. (Bromeliaceae) adheridas a la corteza del árbol a través del apéndice plumoso.**

En el embrión (figura 2) de las semillas hay presencia de polisacáridos neutros, almidón, proteínas y lípidos, en el endospermo hay gran cantidad de almidón y proteínas, y los cotiledones almacenan lípidos; al germinar no producen radícula sino una pequeña hinchazón donde se encuentra el hipocótilo, y se considera germinada en este punto. La germinación se da entre 7 a 45 días, según la especie (García et

al., 2006). Como no producen radícula, todas las reservas de almidón y proteínas del endospermo se utilizan para la producción de hojas con tricomas, que son estructuras que absorben agua y sirven como escudo térmico para que las plantas no pierdan humedad del sol, y hasta que la semilla se hinche no se considera germinada. Es posible que la ausencia de radícula sea una adaptación para ayudar en la colonización del dosel, optimizando los recursos que la semilla posee para producir tejido verde (Benzing, 1990).

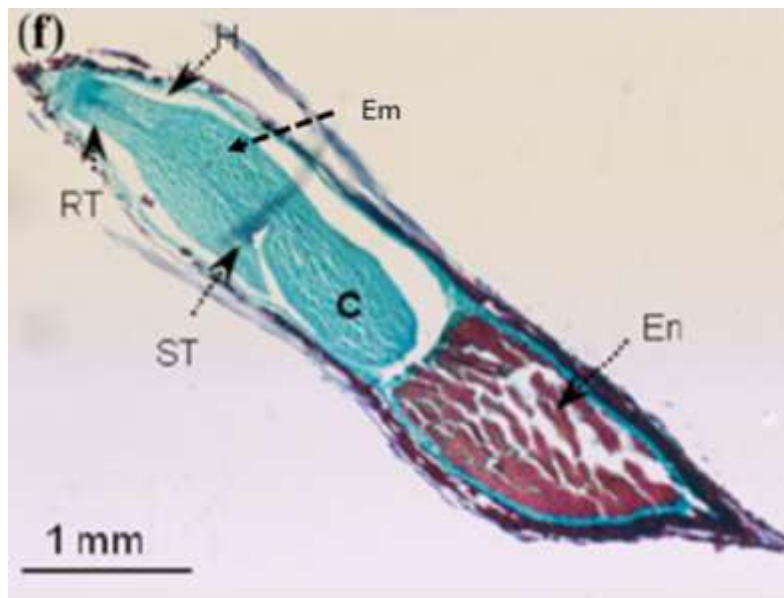


Figura 2.

Morfología de la semilla de *Tillandsia recurvata*. (L.) L. (Bromeliaceae). Nota: Cotiledón ( C ), embrión (Em), endospermo (En), eje del hipocotilo (H), punta de la raíz (RT), Punta del brote (ST). Fuente: (Recinas et al., 2012).

### Luz, Temperatura y Escarificación

Bajo condiciones de laboratorio factores como la luz, temperatura y escarificación pueden inducir variaciones en el porcentaje de germinación de las semillas (tabla 1). En el experimento realizado por Pickens et al. (2003) se observa un 94% de semillas de *Tillandsia eizii* L. B. Sm. germinadas cuando las condiciones mencionadas son las adecuadas. En otro estudio In situ realizado por Winkler et al. (2005) se observó un 18.8 % de semillas de *Catopsis sessiliflora* (Ruiz & Pav.) Mez germinadas, en este caso las condiciones no fueron adecuadas. Bajo condiciones de laboratorio, la escarificación aumenta la



germinación, ya que se hace una abrasión de la pared exterior de la semilla para permitir que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua (Pickens et al., 2003). La escarificación es un proceso que ablanda la cubierta seminal de la semilla, para hacerla permeable sin dañar el endospermo y embrión (Padilla, 1995; Azcón y Talón, 2008; Varela y Arana 2010), de esta forma la escarificación induce la imbibición de la semilla, promoviendo una germinación rápida y uniforme (Contreras et al., 2016). El rompimiento de la testa puede ser mecánico, químico o térmico (Varela y Arana, 2010).

**Tabla 1.**  
**Germinación de Bromelias en función de factores ambientales** (Valencia et al. 2007).

<i>Especie</i>	<i>% máx. germinación</i>	<i>Factores que prueban</i>	<i>Tipo de investigación</i>	<i>Referencia</i>
<i>Catopsis sessiliflora</i> (Ruiz & Pav.) Mez	18.8	Luz, temperatura y estratos en el dosel.	In situ	Winkler et al., 2005
<i>Tillandsia eizii</i> L. B. Sm.	94	Escarificación, luz, temperatura	In vitro	Pickens et al., 2003

#### **Efectos de la corteza sobre la germinación en bromelias**

Potencialmente, cualquier especie de árbol puede proporcionar microambientes adecuados para la supervivencia de las bromelias epífitas, pero se ha observado que las epífitas muestran una distribución sesgada hacia algunas especies hospedadoras (Callaway et al., 2001). Dentro de las características de la corteza del árbol que influyen sobre la germinación tenemos las físicas y químicas (Benzing, 1990; Valencia-Díaz et al., 2010). En cuanto a las características físicas se pueden mencionar la textura de la corteza y el grado de descortezamiento, esta última depende de la humedad en el ambiente (Mehlreter et al., 2005). Además, si la corteza es gruesa y con grietas esta almacena mayor cantidad de humedad lo que ayuda a las semillas a germinar (Talley y Jackes, 1996). Las grietas crean un ambiente oscuro y



facilitan el proceso de imbibición de la semilla en la germinación. Si la corteza se desprende lento, ayuda a la germinación de las semillas en bromelias y al establecimiento de las epífitas (López, 2002). Se ha sugerido que la corteza rugosa y sin pelar son los mejores hospedantes para estas plantas (Benzing, 1990; Galván, 2015; Callaway et al., 2002).

Dentro de las características químicas que inhiben la germinación y establecimiento de epífitas se pueden mencionar el pH, el cual puede ser ligeramente ácido, los siguientes niveles son considerados óptimos (6.0 - 6.5), para que las bromelias puedan germinar con éxito, en estos niveles la semilla recibe las condiciones ideales para su desarrollo, la producción de compuestos alelopáticos como el ácido elágico, gálico y tánico por parte del hospedero también inhiben la germinación (Talley y Jackes, 1996; Hernández-Meneses et al., 2020). En un estudio realizado en México por Díaz y colaboradores (2010) sobre la germinación de *Tillandsia recurvata* (L.) L. (Bromeliaceae) (en cortezas con extractos acuosos utilizando hexanos, diclorometanos, fenólicos y flavonoides con potencial alelopático, resultando que la combinación de los mismos disminuyó la germinación de semillas de *T. recurvata* por su efecto químico (Valencia-Díaz et al., 2010).

### Salinidad

Las bromelias epífitas se pueden encontrar en hábitats de vegetación costera tropical, como en manglares (Díaz, 2007; Zotz, 2005), en costas rocosas (Grant 1994; Lüttge et al., 1986; Pompelli et al. 2006) o llanura aluvial (Medina et al., 1989). En estos hábitats, las plantas pueden estar en contacto directo con el agua de mar (Gómez y Winkler, 1991) o pueden desarrollarse condiciones salinas al menos estacionalmente (Medina et al., 1989). *Pitcairnia halophila* L.B. Sm. (Bromeliaceae) es una especie de bromelia que se encuentra en acantilados por encima del nivel de la marea alta (Grant, 1994) y su germinación se ve afectada por el estrés salino. Esta especie ha sido encontrada en Panamá (Cáceres-González et al., 2011) en acantilados a lo largo de la costa del Pacífico y por encima de la marea alta, con exposición a la niebla salina o inundaciones locales por agua salada, por lo cual tiene el epíteto de halófila (Grant, 1994), en donde su crecimiento no cesa hasta que las concentraciones de sal del suelo superen en 50 % (Egan y Ungar, 1999). En un estudio realizado por Zotz y Rodríguez-Quiel (2022), con *P. halophila*, en donde se colectaron semillas y plántulas completas, se sometieron las semillas a diferentes niveles de salinidad y fueron comparadas con tres especies más del mismo género. La germinación de las



semillas de *P. halofila* fue afectada tanto en condiciones de laboratorio como en condiciones de crecimiento naturales. El crecimiento de las plántulas fue menos afectado en comparación al de las semillas. Las plantas in situ mostraron concentraciones bajas de sal en hojas y brotes comparadas a las regadas con agua destilada, demostrando que *P. halófila* muestra capacidad fisiológica de tolerar niveles medios de sal, esta capacidad les permite evitar por completo el estrés salino a pesar de estar próximas al mar. Esto genera una dificultad para comprobar el estrés causado por la salinidad en el sitio de crecimiento natural. Al analizar estos resultados surge la interrogante si otras especies de bromelias con distinto hábito de crecimiento y fenología podrían presentar variaciones en cuanto a la tolerancia a los niveles de sal, por lo que se recomienda que futuros trabajos aborden este aspecto.

## Conclusiones

La abundancia y distribución de las bromelias epífitas muchas veces va a depender del alcance que tenga la semilla durante la dispersión, pero es preciso realizar investigaciones que evalúen la capacidad de dispersión que tienen las semillas de diferentes especies a lo largo del forofito, y comprobar cuales son los factores cruciales en la distribución y abundancia vertical de las especies.

Las semillas de bromelias epífitas presentan requerimientos específicos para germinar como la cantidad de luz disponible, humedad, temperatura. Además, las propiedades de la corteza del árbol hospedero puede llegar a ser un factor determinante para que las semillas se establezcan y puedan germinar. Otro tipo de factor que juega un papel importante en cuanto a las adaptaciones fisiológicas en bromelias es la tolerancia a la salinidad en el ambiente.

Es conveniente realizar estudios donde se profundicen los aspectos fisiológicos y ecológicos de las semillas de bromelias epífitas. Ya que estos servirán como base para futuras investigaciones de cambio climático y para el desarrollo de estrategias de protección y conservación.

Los resultados encontrados en la literatura muestran cómo la supervivencia de las bromelias epífitas puede estar amenazadas por factores abióticos debido a su susceptibilidad a las variaciones ambientales. En el futuro las epífitas podrían desaparecer de los bosques tropicales, esto afectaría los servicios ecosistémicos que recibimos de estas plantas, por lo que se hace abordar los vacíos de información sobre





la ecología de este interesante grupo.

Finalmente, se hacen necesarios esfuerzos para mejorar el manejo de las áreas protegidas que aseguren la conservación de las bromelias, mediante programas de propagación in vitro y posterior establecimiento de estas plantas en campo, ya que sería beneficioso para recuperar la pérdida de diversidad en ambientes naturales.

## Referencias

- Azcón, J. y M. Talón. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. Segunda Edición. Interamericana-McGraw-Hill. Nueva York. 656 pp.  
<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>
- Baskin, C. C. y Baskin, J. M. (1998). Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. *Annals of Botany*, 86(3), 705-707. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1238>
- Benzing, D.H. (1978). Germination and early establishment of *Tillandsia circinnata*. *Selbyana*, 5, 95-106.  
<https://journals.flvc.org/selbyana/article/view/120437>
- Benzing, D. H. (1990). Epífitas vasculares. Biología general y biota afín. Cambridge University Press, Cambridge. *Revista de Ecología Tropical*, 8(1), 55-56.
- Cáceres-González, D. A.; Schulte, K.; Schmidt, M. y Zizka, G. (2011). Una sinopsis de las Bromeliáceas de Panamá, incluyendo nuevos registros para el país. *Willdenowia*, 41(2), 357–369.  
<https://doi.org/10.3372/wi.41.41216>
- Callaway, R. M.; Reinhart, K. O.; Tucker, S. C. y Pennings, S. C. (2001). Effects of epiphytic lichens on host preference of the vascular epiphyte *Tillandsia usneoides*. *Oikos*, 94, 433–441.  
<https://www.jstor.org/estable/3547391>
- Callaway, R. M.; Reinhart, K. O.; Moore, G. W.; Moore, D. J. y Pennings S. C. (2002). Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*. 132(2), 221-230. <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-002-0943-3>
- Carvente, S.; Pérez, A.; Flores, M.; Navarro, H. y Flores, N. (2017). Diversidad y abundancia de bromelias epífitas en “El Punto” Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 18, 3661-3671. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.211>
- Contreras, E.; Grez, J. y Gambardella, M. (2016). Scarification and stratification protocols for raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed germination. *Acta Horticulturae*, 1133, 153-158. Doi:  
<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1133.23>
- Croat, T. B. (1978). Flora of Barro Colorado Island. Stanford University. Smithsonian Tropical Research Institute. DOI: <https://repository.si.edu/handle/10088/11699>
- da Rosa, S. G. T. y Ferreira, A. G. (1998). Germinação de sementes de espécies medicinais do Rio Grande do Sul: *Bromelia antiacantaha* Bert., *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) Macbride e *Talinum patens*



- (Jacq.) Willdenow. *Acta Botanica Brasilica*, 12(3), 515-522. DOI:  
<https://www.biodiversitylibrary.org/part/106716>
- Díaz, P. (2007) Flora epífita de los manglares de Tabasco, México. *Kuxulkab*, 8, 11–17.  
<https://www.researchgate.net/publication/316702043> *Flora epifita de los manglares de Tabasco Mexico*
- Díaz, S.; Palacios, A.; López, V.; Zapata, E. y Aparicio, A. (2010). Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata*, an epiphytic bromeliad. *Journal of Tropical Ecology*, 26, 571-581. <https://doi.org/10.1017/S0266467410000374>
- Dressler, R. (1981). The orchids. Natural History and classification. *International association for plant taxonomy*, 31(4), 782-783. <http://dx.doi.org/10.2307/1219717>
- Egan, T. P. y Ungar, I. A. (1999). The effects of temperature and seasonal change on the germination of two salt marsh species, *Atriplex prostrata* and *Salicornia europaea*, along a salinity gradient. *International Journal of Plant Sciences*, 160, 861-867. <https://doi.org/10.1086/314185>
- Espejo, A., López, A. y Ramírez, I. (2005). Flora de Veracruz. Instituto de Ecología A.C., Universidad de California. [http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOVER/136-Espejo\\_I.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOVER/136-Espejo_I.pdf)
- Espinoza, L., García, M., Vivar, M., Sáyago, S., Chacón, A., Becerra, E., Rangel, M. y Montalvo, E. (2017). Aspectos etnobotánicos, nutricionales y actividad biológica de extractos de frutos del género *Bromelia*. *Revista fitotecnia mexicana*, 40 (4), 425-437. DOI:  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2017.4.425-437>
- Finch, W. y Leubner, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171, 501-523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Flores, A. y S. Valencia. (2007). Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation*, 136(3), 372-387.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.12.017>
- Galván, N. C. (2015). Factores que influyen en el establecimiento de especies de *Tillandsia* (BROMELIACEAE) en selvas secas de la península de Yucatán. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A.C. Repositorio institucional CICY.  
[https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1278/1/PCB\\_D\\_Tesis\\_2015\\_Nahlle li Chilpa.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1278/1/PCB_D_Tesis_2015_Nahlle_li_Chilpa.pdf)
- García, M. y Peña, M. (1981). Uso de las orquídeas en México desde la época prehistórica hasta nuestros días. *Orquídea*, 8(1), 59-75.
- García, M.; Rico, V.; Molina, N. y Serrano, H. (2006). In-vitro germination and clonal propagation of endemic *Tillandsia califanii*. *Selbyana*, 27(1), 54-59.  
<https://journals.flvc.org/selbyana/article/view/121321>
- Gómez, M. A. y Winkler, S. (1991). Bromelias en manglares del Pacífico de Guatemala. *Revista de Biología Tropical* 39 (2), 207–214. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24862>
- Graham, E. A. y Andrade, J. L., (2004). Drought tolerance associated with vertical stratification of two co-occurring epiphytic bromeliads in a tropical dry forest. *American Journal of Botany*, 91, 699-706.  
<https://doi.org/10.3732/ajb.91.5.699>
- Grant, J. R. (1994.) Notas sobre la endémica costera de Costa Rica *Pitcairnia halophila*. *Revista de la Bromeliad Society* 44, 170-172.
- Harper, J. L. (1977). Population biology of plants. *Academic Press*, 892.  
<https://scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1144223>



- Hernández-Meneses, E.; Rangel-Estrada, S.; López-Peralta, Ma.; Guerrero-Hilario, A.; Ortiz-Gil, G y Martínez-Bolaños, L. (2020). Germinación, viabilidad y regeneración *in vitro* de plantas de *Vriesea heliconioides* (Kunth) Hook. ex Walp. *Revista fitotecnia Mexicana*, 41(2), 99-106.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.99-106>
- Hietz P. y Briones O. 2001. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Plant Biology*, 3, 279-287. <https://doi.org/10.1055/s-2001-15198>
- Holbrook, N. (1991). Small plants in high places: the conservation and biology of epiphytes. *Trends in Ecology and Evolution*, 6, 314-315. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(91\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0169-5347(91)90037-X)
- Laube, S. y Zotz, G. (2006) Neither host-specific nor random: vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian lowland forest. *Annals of Botany*, 97(6), 1103 – 1114.  
<https://doi.org/10.1093%2Faob%2Fmcl067>
- López, A. (2002). Estudio poblacional de *Tillandsia concolor* sobre el arbusto de corteza exfoliante *Bursera fagaroides*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas, Cholula Puebla.
- Lüttge, U., Klauke, B., Griffiths, H., Smith, J. A. C. y Stimmel, K. H. (1986). Comparative ecophysiology of CAM and C3 bromeliads. V. Gas exchange and leaf structure of the C3 bromeliad *Pitcairnia integrifolia*. *Plant, Cell and Environment*, 9, 411–419. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1986.tb01753.x>
- Medina, E., Cram, W. J., Lee, H. S.; Lüttge, U., Popp, M., Smith, J. A. C. y Díaz, M. A. (1989). Ecofisiología de la vegetación xerófila y halófila de una llanura aluvial costera en el norte de Venezuela. I. Descripción del sitio y comunidades vegetales. *Nuevo fitólogo*, 111, 233–243.
- Mehrtreter, K.; Flores-Palacios, A. y García-Franco, J. G. (2005). Host Preferences of Low-Trunk Vascular Epiphytes in a Cloud Forest of Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 21(6), 651–660.  
<http://www.jstor.org/stable/4091917>
- Moffett, M. W. (2000). What's "Up"? A Critical Look at the Basic Terms of Canopy Biology. *Biotropica*, 32(4a), 569–596. <http://www.jstor.org/stable/2663979>
- Nadkarni, N., Parker, G., Rinker, H. y Jarzen, D. M. (2004). The nature of forest canopies. *Academia Press*, 3-23. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012457553-0/50005-8>
- Padilla, M. (1995). Tratamientos pre-germinativos en: Trujillo, E. (ed.). Memoria del curso nacional de recolección y procesamiento de semillas forestales. CATIE-PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.
- Pickens, K.; Affolter, J.; Wetzstein, H. y Wolf, J. (2003). Enhanced Seed Germination and Seedling Growth of *Tillandsia Eizii* In Vitro. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science*, 38, 101-104. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.38.1.101>
- Pinheiro, F. y Borguetti, F. (2003). Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesebach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Schultes F.) Mez (Bromeliaceae). *Acta Botanica Brasílica*, 17(1), 27-35.  
<https://www.scielo.br/j/abb/a/MWM844GtvL6BrcpMtVmKDDp/>
- Pompelli, M. F. (2006). Germinação de *Dyckia encholirioides* var *encholirioides* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae). *Floresta y Ambiente*, 13, 1-9.  
[https://www.researchgate.net/publication/230736425 Germinacao de Dyckia encholirioides var encholirioides Bromeliaceae Pitcairnioideae](https://www.researchgate.net/publication/230736425_Germinacao_de_Dyckia_encholirioides_var_encholirioides_Bromeliaceae_Pitcairnioideae)



- Pompelli, M. F.; Fernandes, D. y Guerra, M. P. (2006). Germinación de *Dyckia encholirioides* (Gaudichaud) Mez var. encholirioides en condiciones salinas. *Ciencia y tecnología de semillas* 34, 759–763. <http://dx.doi.org/10.15258/sst.2006.34.3.24>
- Recinas, S., Marquez, J. y Orozco-Segovia, A. (2012). Temperature and water requirements for germination and effects of discontinuous hydration on germinated seed survival in *Tillandsia recurvata* L.. *Plant Ecology*, 213 (7), 1069-1079 <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-012-0066-9>
- Silvertown, J. y Lovett, D. (1993). Introduction to plant population biology. *Blackwell Scientific Publications*, 75(1), 0-101. [https://doi.org/10.1016%2FS0305-7364\(05\)80014-9](https://doi.org/10.1016%2FS0305-7364(05)80014-9)
- Smith, L. y Downs, R. J. (1974). Pitcairnioideae (Bromeliaceae). – *Fl. Neotrop. Monogr.* 14(1), 1 – 662. <https://www.jstor.org/stable/4393694>
- Smith, L. y Downs, R. J. (1977) Tillandsioideae (Bromeliaceae). – *Fl. Neotrop. Monogr.* 14(2), 663 – 1492.
- Smith, L. y Downs, R. J. (1979) Bromelioideae (Bromeliaceae). – *Fl. Neotrop. Monogr.* 14(3), 1493 – 2142.
- Talley, S.M. y Jackes, B.R. (1996). Host associations of two adventitious root-climbing vines in a North Queensland tropical rainforest. *Biotropica*, 28, 356-366. [https://epublications.marquette.edu/liana\\_articles/179/](https://epublications.marquette.edu/liana_articles/179/)
- Turner I. M., Tal, W., Ibrahim, A., Chew, P. T. y Corlett, R. T. (1994). A study of plant species extinction in Singapore: almacenamiento de semillas de *Nidularium innocentii* (Lem.). *Revista Brasileira de Sementes*, 32, 36-41. [10.1046/j.1523-1739.1994.08030705.x](http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030705.x)
- Valencia, S., Ventura, E., Jiménez, A. y Flores, A. (2007). Factores ambientales que influyen en la germinación de semillas de orquídeas y bromelias epífitas. *Biótica* 4, 15-26.
- Valencia-Díaz, S., Flores-Palacios, A., Rodríguez-López, V., Ventura-Zapata, E., y Jiménez-Aparicio, A. R. (2010). Effect of host-bark extracts on seed germination in *Tillandsia recurvata*, an epiphytic bromeliad. *Journal of Tropical Ecology*, 26(6), 571–581. <http://www.jstor.org/stable/40925438>
- Varela, S. A. y V. Arana. 2010. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Sistemas Forestales Integrados*, 3, 1-10. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>
- Vieira, B. C. y Silveira, F. A. O. (2010). Reproductive phenology, seed germination and ex situ conservation of *Pseudananas sagenarius* in a semideciduous tropical forest fragment. *Plant Species Biology*, 25, 214-220. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00292.x>
- Winkler, M., Hulbert, K., García, J. y Hietz, P. (2005). Herbivoría en bromelias epífitas, orquídeas y helechos en un bosque montano mexicano. *Revista Diario del Tropical Ecología*, 21, 147-154
- Zotz, G. y Bader, M. (2009). Epiphytic plants in a changing world: Global change effects on vascular and non-vascular epiphytes. *Progr. Bot.* 70, 147–170. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68421-3\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68421-3_7)
- Zotz, G. y Rodriguez-Quiel, C. (2022). Is *Pictaria halophila* really a halophyte? Evidence from a germination and growth experiment. *Journal of Tropical Ecology* 38, 233-240. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467422000116>
- Zotz, G. (2005). Diferencias en las tasas demográficas vitales en tres poblaciones de la bromelia epífita *Werauhia sanguinolenta*. *Acta Oecológica* 28, 306–312.
- Zotz, G. (2016). Plants on plants-the biology of vascular epiphytes. Springer. 282. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-39237-0>