



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHIRIQUÍ**

**SEMINARIO-TALLER:
BIOLOGÍA DE EPÍFITAS,
SUS FUNCIONES Y
SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS**

PRESENTACIÓN

Producto del Seminario-Taller: Biología de epífitas, sus funciones y servicios ecosistémicos, se presenta esta memoria, con el fin de dar a conocer los trabajos cortos realizados por los participantes de dicho seminario.

El objetivo principal de este seminario taller fue el de generar información de línea de base a nivel nacional, con las personas interesadas en este grupo de plantas en el ámbito de los servicios ecosistémicos y la conservación de las epífitas.

La participación de la Doctora Edilia de la Rosa Manzano, del Centro de Investigación Científica de Yucatán, México y el Doctor Manuel Cach Pérez de El Colegio de la Frontera Sur, México como expositores, además de su colaboración como guías en las prácticas realizadas en campo y revisores de estos trabajos fue de suma importancia, debido a su experiencia en el campo de la ecofisiología y la conservación de epífitas en su país.

Se presentan cinco trabajos, todos relacionados con epífitas, donde ponen en práctica los temas abordados durante el seminario, tanto en temas de ecología, como en estadística aplicada para dar a conocer e interpretar los resultados obtenidos.

Agradezco a La Secretaría Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SENACYT), a la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la UNACHI, por el apoyo, a los Doctores Edilia de la Rosa Manzano y Manuel Cach Pérez, por brindarnos sus experiencias y conocimientos, y la MsC. Loraine Pérez Justavino y el Licenciado René Araúz, por el apoyo brindado para coordinar dicho seminario-taller.

Diana C. Gómez González
Coordinadora principal
UNACHI

COMPARACIÓN DE ABUNDANCIAS DE EPÍFITAS EN RAMAS CAÍDAS DE CUATRO SITIOS, CHIRIQUÍ, PANAMÁ

Ana Vissuetti & Gianni Ríos

Universidad Autónoma de Chiriquí, 0427, David, Panamá

RESUMEN

Las comunidades de epífitas vasculares y no vasculares representan un componente importante en varios ecosistemas tropicales, la carga o abundancia de epífitas vasculares en el dosel del bosque puede causar altas tasas de caídas de árboles o ramas. En este estudio se compara la abundancia de epífitas en ramas caídas para cuatro sitios en Chiriquí, Panamá. En cada sitio se establecieron cuadrantes de 10 x 5 m donde se tomaron datos de abundancia en ramas caídas. Los resultados señalan que las epífitas no vasculares son más abundantes que las epífitas vasculares para todos los sitios, el índice de Shannon y Simpson demuestran que Chorro Blanco es más diverso que los demás sitios. Los

análisis de similaridad (ANOSIM) y el análisis de multivariantes (PERMANOVA) indican que el sitio y la altura influyen sobre la composición de las comunidades. Grupos funcionales como los helechos, bromeliáceas, musgos, hepáticas, líquenes foliosos y fruticulosos son más abundantes para sitios de elevaciones altas. Se concluye que a medida que decrece la altitud sobre el nivel del mar, la abundancia de epífitas también lo hace. Factores como la humedad, disponibilidad de luz entre otros elementos climáticos asociados a la altitud, podrían influir significativamente sobre la diversidad de las comunidades epífitas de los diferentes sitios.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades de epífitas están compuestas por plantas vasculares y no vasculares (briofitas y líquenes) que forman un componente importante de la diversidad de los bosques tropicales (Kelly *et al.* 2004). Las plantas epífitas son organismos que se crecen y viven sobre otra planta; el hábito epifítico permite salir de las sombras del sotobosque, lo que confiere a estas plantas una ventaja al evitar competir con las plantas terrestres por luz y nutrientes (Hietz & Hietz-Seifert 1994). En este sentido, los nutrientes obtenidos por las epífitas pueden ser de origen atmosférico o de materia orgánica en el dosel, que se descompone y forman un suelo en las grandes ramas del dosel (Hietz *et al.* 2002).

Las epífitas han logrado adaptarse a condiciones ambientales muy diversas, desde diferentes microclimas en un mismo forófito, hasta condiciones tan contrastantes como los manglares y bosques nublados; este éxito se debe al desarrollo de diversas adaptaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas (Benzing 1990, Zotz & Andrade 2002).

Las epífitas contribuyen sustancialmente a la diversidad de especies de plantas en

general, así como a la biomasa y almacén de nutrientes de los sitios donde habitan. Están involucradas en procesos cruciales del ecosistema, incluido el ciclo del agua y los nutrientes, la productividad primaria y el intercambio de CO₂ (Affeld *et al.* 2008)

El forófito sobre el que crecen las epífitas vasculares, no vasculares (musgos y hepáticas) y líquenes solo es utilizado como soporte, el daño que puedan provocar es el desprendimiento de las ramas debido a una sobrecarga de epífitas vasculares (Granados-Sánchez *et al.* 2003), algunas investigaciones realizadas son sobre la caída de epífitas vasculares, sin embargo, pocos estudios relacionan las epífitas vasculares y epífitas no vasculares.

Estudios previos señalan que las epífitas no vasculares facilitan la colonización y la sucesión de epífitas vasculares formando un sustrato adecuado para que las plántulas vasculares puedan establecerse (Affeld *et al.* 2008). Esta estrecha interacción entre las epífitas no vasculares y las etapas iniciales de la vida de las epífitas vasculares podría sugerir que existe una asociación positiva en la diversidad y distribución de los dos grupos de epífitas (Fensham & Streimann 1997).

OBJETIVOS

- Comparar la abundancia de epífitas en ramas caídas para zonas altas, medias y bajas de Chiriquí.
- Analizar el efecto de las variables altitud, sitio (La Cascada, Panamá Verde, Chorro Blanco y Jardín Botánico) y corteza sobre la abundancia de epífitas en ramas caídas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de los sitios de estudio

El Parque Internacional La Amistad (PILA) es un parque transfronterizo, la Unesco lo declaró Reserva de la Biosfera en 1982, posteriormente en 1983 como Sitio de Patrimonio Mundial y por iniciativas de los gobiernos de Costa Rica y Panamá en 1988 se crea el PILA.

Para Panamá el parque cuenta con una superficie de 207 000 hectáreas, de las cuales 200 000 le corresponden a la provincia de Bocas del Toro y 7 000 a la provincia de Chiriquí (ANAM 2004). El clima es variable, la temperatura anual va desde los 5 °C en las partes más altas y para la vertiente del caribe alcanzan los 24 °C, la precipitación anual oscila entre los 2 500 mm y los 10 000 mm. En el lado del Pacífico en la región de las Nubes, Cerro Punta, Chiriquí, el PILA cuenta con tres senderos, La Cascada, El Retoño y Panamá Verde. Los dos sitios muestreados fueron La Cascada y Panamá Verde.

Chorro Blanco (N 8°,41',56.8",W 82°32'28.5", 1536 m s.n.m.) ubicado en el

distrito de Boquerón, provincia de Chiriquí, es un bosque pluvial premontano (bp-PM), con precipitaciones de 4 000 mm a 5 000 mm; el tipo de vegetación incluye algunas especies propias de tierras de mayor altitud, con árboles que presentan usualmente 30 metros y hasta ocasionalmente 40 metros de altura, con troncos generalmente rectos, relativamente de poco diámetro, se caracteriza por su alta densidad, lo que dificulta apreciar los estratos presentes; y por último el Jardín Botánico (N 8° 25'53" W 82° 26' 59" 17 m s.n.m.) de la Universidad Autónoma de Chiriquí, se localiza en la ciudad de David, es un bosque secundario, su superficie es de 6 hectáreas y presenta un sendero principal que rodea la Quebrada de San Cristóbal.

Trabajo de Campo

En los cuatro sitios de estudio se realizaron cuadrantes de 10 m x 5 m a lo ancho y largo de los senderos (un cuadrante por cada sitio), se escogieron seis ramas caídas por sitio que presentaran epífitas vasculares y no vasculares (briofitas) y líquenes, se tomaron datos de georreferenciación con un GPS, largo y ancho de las ramas con

una cinta diamétrica y una cinta métrica, tipo de corteza (lisa, semi-rugosa y rugosa) y abundancia de las epífitas presentes en cada rama.

Análisis de los datos

Para determinar la diversidad se utilizaron los índices de Shannon y Simpson. La composición de las comunidades se visualizó mediante un análisis no métrico de escala multidimensional (NMDS por sus siglas en inglés) y la diferencia entre las comunidades se determinó mediante un

análisis de similaridad (ANOSIM). Además, se realizó el análisis de multivariantes PERMANOVA para comparar el efecto de las variables (sitio, altitud, corteza, largo y ancho) sobre la abundancia de las comunidades epífitas y, por último, un análisis de regresión lineal simple para determinar si la abundancia de las epífitas influyó sobre la caída de las ramas.

Todas estas pruebas se ejecutaron con el programa estadístico R studio versión 1.1.456.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las epífitas vasculares y las epífitas no vasculares (Fig. 1) presentaron mayor abundancia en La Cascada y Panamá verde, seguido de Chorro Blanco y con menor abundancia en el Jardín Botánico; sin embargo, las no vasculares fueron más abundantes que las plantas vasculares en todos los sitios de estudio. En el estudio de diversidad y ecología de las comunidades epífitas en la cordillera central de Colombia (Wolf 2003) encontraron que las briofitas y líquenes eran las especies dominantes, con mayor abundancia y di-

versidad para los diferentes rangos altitudinales, además la abundancia de epífitas vasculares en altitudes mayores está condicionada por la competencia con las epífitas no vasculares las cuales cubren masivamente las ramas de los árboles (Wolf & Flamenco 2005). Kelly *et al.* 2004 en su estudio de distribución vertical de comunidades epífitas en Venezuela señalan que la diversidad de las epífitas no vasculares fue mayor en el estrato superior del forófito, mientras que las vasculares fue mayor en la zona media del forófito.

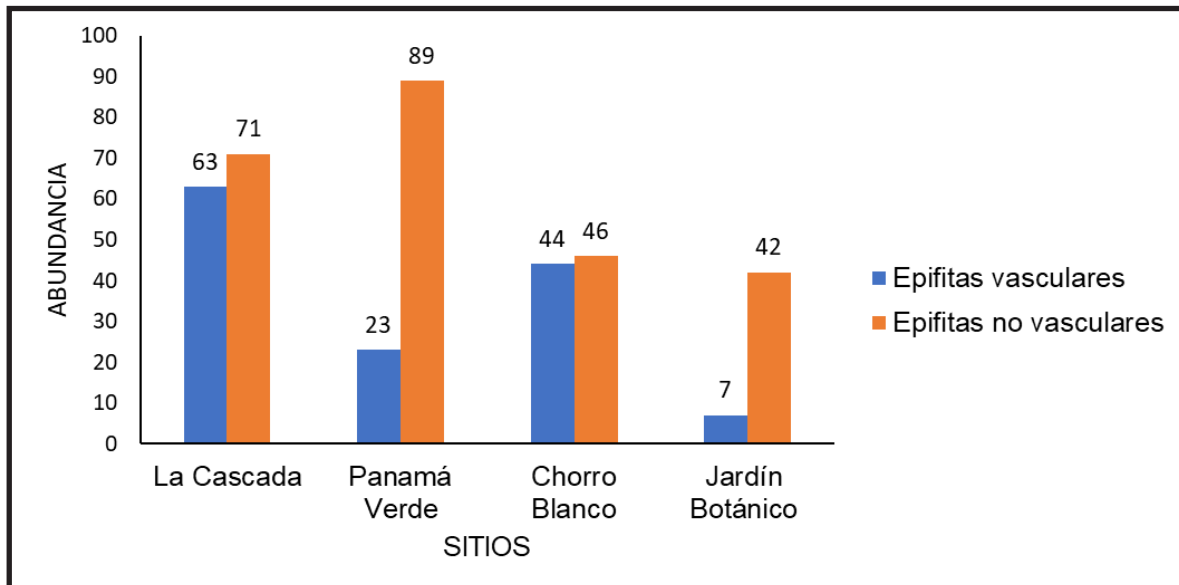


Figura 1. Abundancia de epífitas vasculares y no vasculares en los sitios de estudio, Chiriquí, Panamá.

La Cascada y Chorro Blanco presentaron mayor abundancia de epífitas vasculares, mientras que en el Jardín Botánico son menos abundantes, esto puede deberse a que los bosques montanos tienen una mayor disponibilidad de agua, humedad en el aire, mientras que, las tierras bajas presentan una temperatura elevada, lo cual limita la disponibilidad de agua y aumenta el riesgo de desecación de las epífitas vasculares (Heno *et al.* 2012)

que las orquídeas, bromeliáceas y helechos son más abundantes en bosques conservados donde han tenido mayor tiempo para establecerse (Küper *et al.* 2004, Larrea & Werner 2010, Wolf *et al.* 2009).

Las hepáticas y musgos se encuentran representados en todos los sitios de estudio, aunque su mayor abundancia fue en La Cascada y Panamá Verde. Esta

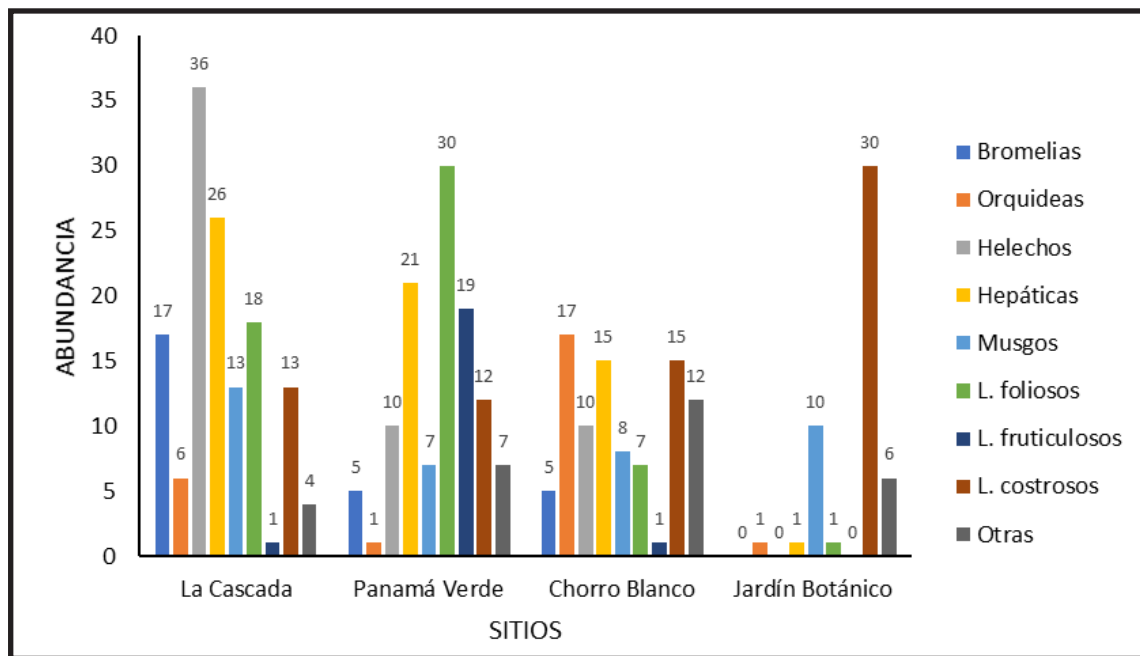


Figura 2. Abundancia de epífitas por grupo funcional en los sitios de estudio, Chiriquí, Panamá.

Las bromeliáceas, orquídeas y helechos son más abundantes en La Cascada, Chorro Blanco y Panamá Verde, respectivamente (Fig. 2.). Estudios anteriores concuerdan

concentración puede estar relacionada con diferentes factores como, la incidencia de luz, bajas temperaturas y precipitaciones constantes (Wolf 1993).

Los líquenes foliosos y fruticulosos en Panamá Verde, La Cascada y Chorro Blanco fueron más abundantes, mientras en el jardín botánico los líquenes costrosos fueron los más abundantes, esto se debe a que los macrolíquenes en su mayoría son organismos fotófilos, se ubican en hábitats bien iluminados por lo que tienden a migrar hacia el dosel de los árboles (Araujo 2015).

Las comunidades de macrolíquenes invierten más energía en la formación de sus talos, por lo tanto, generalmente están restringidos a hábitats con ciertas condiciones climáticas favorables, mientras que los microlíquenes son menos dependientes del microclima y también ocurren en hábitats donde la mayoría de los macrolíquenes no pueden establecerse. Esto incluye las selvas tropicales de tierras bajas (Cáceres 2007), es por este motivo que los líquenes costrosos son más abundantes en el Jardín Botánico.

Los valores dados por los índices de Shannon- Weaver y Simpson (Cuadro 1), nos indican que Chorro Blanco es el sitio con mayor diversidad, seguido de La Cascada, Panamá Verde, donde las epífitas son más diversas y abundantes en ambientes con condiciones altas de humedad. Se espera una baja diversidad

en ecosistemas en donde las condiciones ambientales sean poco favorables, como ocurre en el Jardín Botánico que presenta una baja diversidad (Gentry & Dodson 1987, Henao *et al.* 2012).

Cuadro 1. Índices de diversidad de epífitas en los sitios estudiados.

Sitio	Shannon	Simpson
Chorro Blanco	2.11	7.48
La Cascada	1.96	6.06
Panamá Verde	1.95	6.05
Jardín Botánico	1.12	2.31

El NMDS nos visualiza una separación de las comunidades epífitas por sitios, donde se observa que La Cascada, Chorro Blanco y Panamá Verde son similares entre sí, mientras que el Jardín Botánico difiere de los tres sitios anteriores (Fig. 2).

El análisis de similaridad (ANOSIM) nos muestra que hay cambio en la composición de las comunidades epífitas donde el sitio y la altitud (R: 0.3362, p: 0.001) influyen significativamente sobre las comunidades, mientras que el tipo de corteza (R: 0.1735, p: 0.067), largo (R: 0.5964, p: 0.224) y ancho (R: 0.01699, p: 0.466) de las ramas no intervienen en la abundancia de las comunidades.

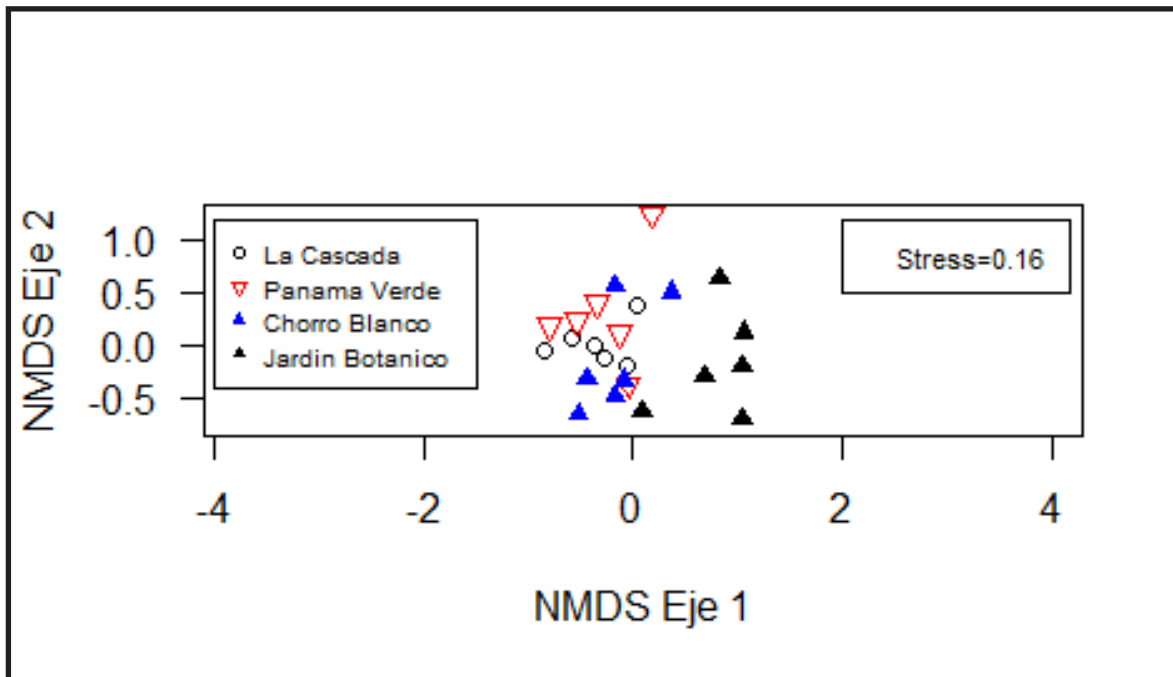


Figura 3. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la composición de las comunidades de epífitas en los sitios estudiados, Chiriquí, Panamá.

El NMDS y ANOSIM nos muestran que existe un cambio en la composición de las comunidades de epífitas vasculares y no vasculares (Fig. 1). Estudios sugieren que la diferencia de la diversidad de las comunidades está condicionada por factores como la disponibilidad de la luz, humedad, altitud, estructura y antigüedad del bosque y el recambio de las especies puede estar determinada por la complejidad en la estructura del paisaje (Hernández *et al.* 1998, Boonpragob & Polyman 2007, Perez & Wetteijne 2009, Vásquez & Givnish 1998, Jankowski *et al.* 2009, García 2017).

En estudios de estratificación vertical señalan que algunas especies de epífitas tienen cierta afinidad con un nivel del sustrato (Kelly *et al.* 2004), mientras que otras especies de plantas vasculares, briofitas y líquenes prefieren las zonas altas del dosel posiblemente influenciados por la temperatura, la velocidad del viento y la incidencia de luz, independiente del bosque o la especie de forófito (Gil & Morales 2014).

El resultado obtenido por el análisis de multivariantes PERMANOVA indica que

el sitio es la variable con mayor influencia sobre la composición de las comunidades de epífitas, las demás variables no tienen influencia sobre las comunidades (Cuadro 2.).

2005), mientras que, a nivel local, son las variables microclimáticas las relacionadas con la estructura del bosque como la edad y el tipo de árbol o la cobertura del dosel, las que van a condicionar las comunidades (Soto *et al.* 2011).

Cuadro 2. Valores obtenidos mediante el PERMANOVA para evaluar el efecto de las variables sobre la abundancia de las comunidades de epífitas.

	Df	SS	Ms	F-modelo	R2	P- valor
Sitio	3	1.8756	0.62521	3.2824	0.32871	0.001
Largo	1	0.1893	0.18934	0.9940	0.03318	0.425
Ancho	1	0.2126	0.21256	1.1159	0.03725	0.346

Los sitios de estudio presentan características diferentes entre sí, La Cascada pertenece a un bosque pluvial montano bajo, Panamá Verde bosque de sucesión secundario, Chorro Blanco bosque pluvial premontano y Jardín Botánico un bosque secundario, la vegetación, humedad, precipitaciones, luz, temperatura, altitud entre otros factores influyen sobre la composición de las comunidades epífitas.

La distribución de las comunidades de epífitas está fuertemente influenciada por variables macro y microambientales, que afectan su riqueza y abundancia a diferentes escalas (McCune *et al.* 1997). A nivel regional, son las variables orográficas y climáticas las que condicionan la composición de especies (Hauck & Spribille

El análisis de regresión lineal nos señala que el largo ($r^2= 0.1692$, $p=0.02617$) de las ramas influye en la abundancia de las epífitas sobre la caída de las ramas (Fig. 4),

mientras que el ancho ($r^2= 0.01919$, $p=0.5186$) no interviene (Fig. 5).

Las epífitas se ubican mayormente en la parte superior de los árboles, donde las ramas son más largas y tienen más exposición a la luz (Correa 2019). Las ramas al ser más largas permiten un mayor establecimiento de las epífitas, pero al ser más angostas tienden a caer debido a una excesiva carga de epífitas vasculares (Bromelias, orquídeas entre otras).

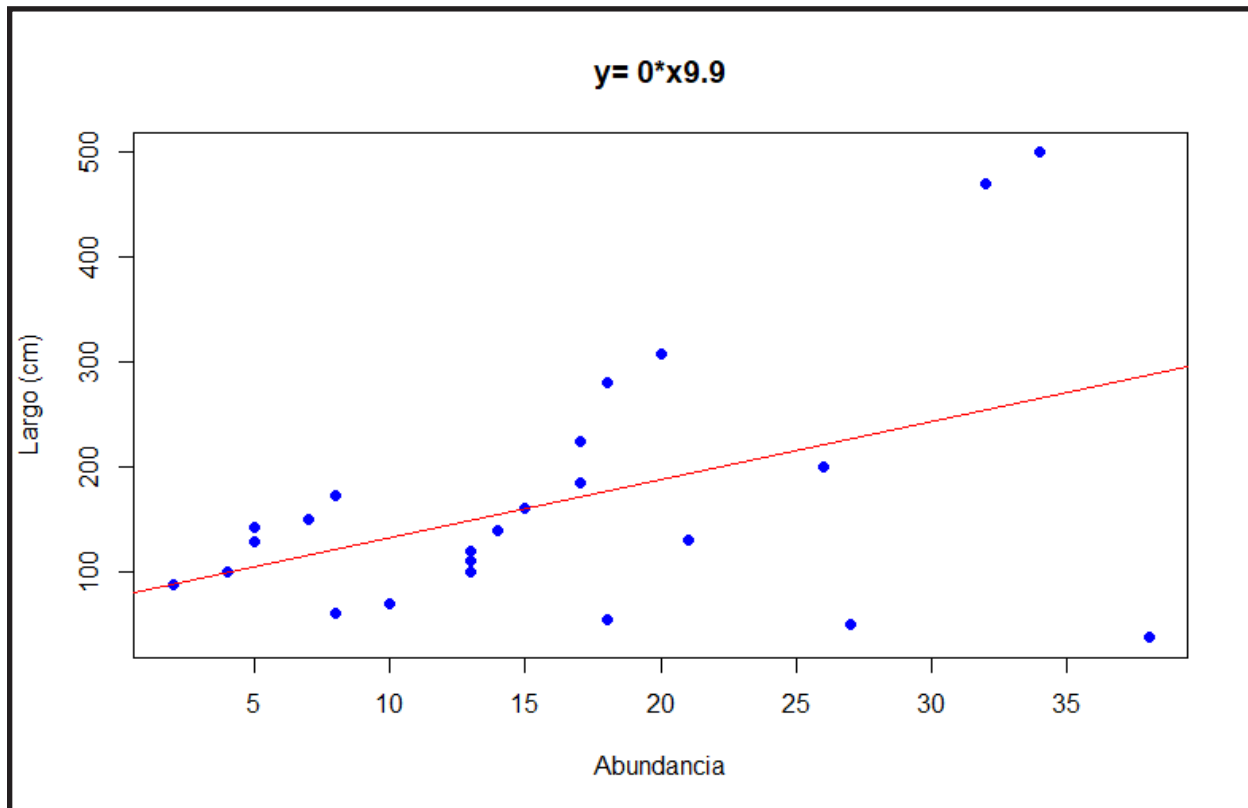


Figura 4. Análisis de regresión lineal simple, abundancia de las epífitas en relación con el largo (cm) de las ramas.

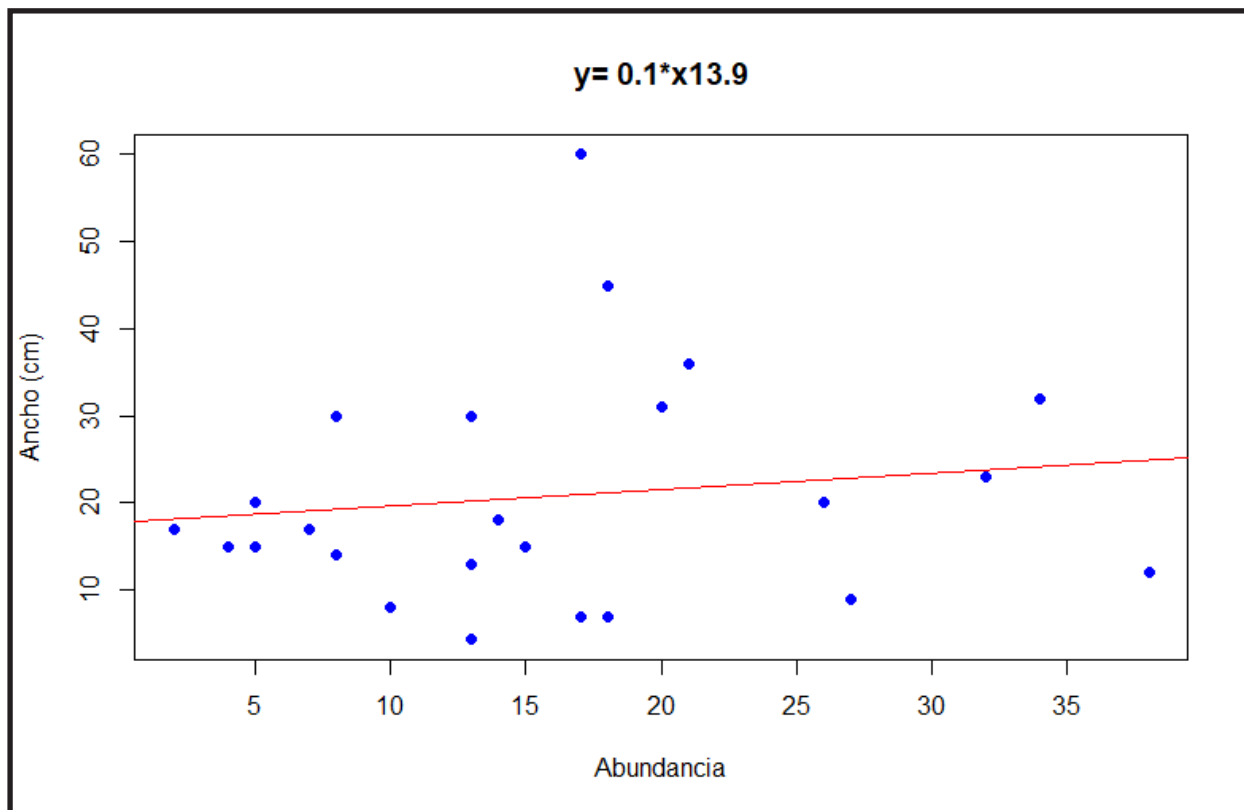


Figura 5. Análisis de regresión lineal simple, abundancia de las epífitas en relación con el ancho (cm) de las ramas.

CONCLUSIONES

- Las comunidades de epífitas no vasculares (briofitas), y líquenes dominan todos los sitios de estudio.
- Las comunidades de epífitas vasculares tienen mayor abundancia en La Cascada y Chorro Blanco, mientras que disminuye para Panamá Verde y Jardín Botánico.
- Los musgos, hepáticas, líquenes foliosos y fruticulosos fueron más abundantes en La Cascada y Panamá Verde, seguido de Chorro Blanco, esto se debe a las condiciones climáticas favorables como precipitaciones constantes y bajas temperaturas, mientras que los líquenes costrosos presentan mayor abundancia en el Jardín Botánico, ya que son menos dependientes del microclima.
- Los helechos fueron más abundantes para La Cascada y Panamá Verde, seguido de las bromelias y orquídeas, para Chorro Blanco aumenta la abundancia de orquídeas y en el Jardín Botánico la abundancia de estos grupos disminuye.
- Los índices de diversidad Shannon y Simpson nos señalan que Chorro Blanco es el sitio con mayor diversidad, seguido de La Cascada y Panamá verde donde presentan una diversidad similar, mientras que el Jardín botánico es el menos diverso.
- El NMDS nos visualizó como las comunidades de epífitas de La Cascada, Panamá Verde y Chorro Blanco son similares entre sí y el Jardín botánico difiere de los otros sitios.
- El ANOSIM y PERMANOVA nos señalan que los factores sitio y altitud influyen sobre la composición de las comunidades epífitas, mientras que, la corteza, largo y ancho de las ramas no influye sobre estas.
- El análisis de regresión lineal demostró que la abundancia de las epífitas influye sobre la caída de las ramas ya que se establecen en ramas largas pero delgadas ,provocando que las ramas se desprendan por un exceso de epífitas vasculares.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones utilizar las epífitas caídas como producción forestal no maderables para reforestar bosques intervenidos.
- Tomar datos de luz, humedad y precipitación ya que están ligadas a la riqueza y abundancia de las epífitas vasculares y no vasculares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Affeld, K., Sullivan, J., Worner, S. P. & Didham, R. K. (2008). Can spatial variation in epiphyte diversity and community structure be predicted from sampling vascular epiphytes alone? *Journal of Biogeography* 35: 2274–2288.
- Autoridad Nacional del Medio Ambiente. (2004). Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Barú. 1-162.
- Araujo, E. (2015). Sistemática integrada del género *Usnea* Dill. *Ex Adans.* (Parmeliaceae) en la Península Ibérica. Madrid. España. Tesis doctoral.
- Benzing, D. (1990). Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press. New York. 354.
- Boonpragob, K. & Polyam, W. (2007). Ecological groups of lichens along environmental gradients on two different host tree species in the tropical rain forest at Khao Yai National Park, Thailand. *Bibliotheca lichenologica* 96: 25-48.
- Cáceres, M. (2007). The Corticolous Crustose and Microfoliose Lichens of Northeastern Brazil – Diversity, Ecology, and Conservation. Tesis doctoral.
- Fensham, R.J. & Streimann, H. (1997) Broad landscape relations of the moss flora from inland dry rainforest in north Queensland, Australia. *The Bryologist*, 100: 56-64.
- García, R. (2017). Diversidad de epífitas vasculares en un gradiente sucesional de Selva Baja Caducifolia en San Fernando, Chiapas. Tesis de Licenciatura.
- Gentry, A.H., & Dodson, C.H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2): 205-233.
- Gil, J. & Morales, M. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Revista Biología Tropical* Vol. 62 (2): 719-727.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. Á. & Sánchez-González, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie*

- ciencias forestales y del ambiente, 9(2): 101-111.
- Hauck, M. & Spribille, T. (2005). The significance of precipitation and substrate chemistry of epiphytic lichen diversity in spruce-fir forests of the Salish Mountains, northwestern Montana. *Flora* 200: 547-562.
- Henao, L., Pacheco, N., Arguello, S., Moreno, M. & Stevenson, P. (2012). Patrones de diversidad de epífitas en bosques de tierras bajas y subandinos. *Colombia Forestal*. Volumen 15 (2): 161-172.
- Hernández, Y., Díaz, A. & Rowe, J. (1998). Distribución de los macrolíquenes corticícolas y su relación con la vegetación en el Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz, S de España). *Acta Botánica Malacitana* 23: 43-50.
- Hietz, P., Wanek, W., Wania, R. & Nadkarni, N. (2002). Nitrogen-15 natural abundance in a montane cloud forest canopy as an indicator of nitrogen cycling and epiphyte nutrition. *Oecologia*, 131: 350-355.
- Jankowski, J. E., Ciecka, A. L., Meyer, N. Y. & Rabenold, K. N. (2009). Beta diversity along environmental gradients: implications of habitat specialization in tropical montane landscapes. *Journal of Animal Ecology* 78 (2): 315-327.
- Kelly, D., O'Donovan, G., Feehan, J., Murphy* S., Drangeid, S. & Marcano, L. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Journal of Tropical Ecology* 20:643-666.
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N., & Barthlott, W. (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, 31(9), 1477-1487.
- Larrea, M.L., & Werner, F.A. (2010). Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management*, 260(11), 1950-1955.
- McCune, B., Dey, J., Peck J., Cassell, D., Heiman, K., Will-Wolf, S. & Neitlich, P. (1997). Repeatability of community data: species richness versus gradient scores in large-scale lichen studies. *Bryologist* 100: 40-46.

- Pérez, A. & Watterjine, B. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (Stictaceae) en un gradiente altitudinal. *Acta biol. Colomb.*, Volumen 14 (3): 157-170.
- Soto, E., Lücking, R. & Bolaños, A. (2011). Especificidad de forófito y preferencias microambientales de los líquenes cortícolas en cinco forófitos del bosque premontano de finca Zíngara, Cali, Colombia *Biología Tropical* 60 (2): 843-856.
- Vázquez, A. & Givnish, T. J. (1998). Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of ecology* 86 (6): 999-1020.
- Wolf, J. (1993). Diversity Patterns and Biomass of Epiphytic Bryophytes and Lichens Along an Altitudinal Gradient in the Northern Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. Volumen 80 (4): 928-960.
- Wolf, J. (2003). Diversidad y ecología de las comunidades epifíticas en la Cordillera Central, Colombia. *Estudio de Ecosistemas Tropandinos*. Volumen 5: 453-500.
- Wolf, J. & Flamenco, A. (2005). Distribución y riqueza de epífitas de Chiapas. Mexico. 1^{er} edición. 127-147.
- Wolf, J.H.D., Gradstein, S.R., & Nadkarni, N.M. (2009). A protocol for sampling vascular epiphyte richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*, 25(02): 107-121.
- Zotz G. y J. L. Andrade. (2002). La ecología y la fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. En Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. (eds.), *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José, Costa Rica. 271-296.

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE HELECHOS EPÍFITOS EN UNA SECCIÓN DEL SENDERO PANAMÁ VERDE Y LA CASCADA DEL PARQUE INTERNACIONAL LA AMISTAD, CHIRIQUÍ PANAMÁ

Katherine Beitia, Henry Corella, Leticia Lezcano

Universidad Autónoma de Chiriquí

RESUMEN

Se realizó un estudio en dos senderos del Parque Internacional la Amistad, con el fin de evaluar la abundancia y diversidad de helechos epífitos, y se determinó si el DAP y la altitud tenían un efecto en la abundancia de helechos. En el sendero Panamá verde se encontraron cinco familias, 20 géneros y 239 individuos, mientras que en el sendero La Cascada se registraron un total de cuatro familias, 19 géneros y 216 individuos de helechos. La familia Polypodiaceae fue la que presentó la mayor riqueza de géneros (12), no obstante, la familia Dryopteridaceae fue la más abundante con 179 individuos. El género más abundante fue *Elaphoglossum* con 179 individuos. De acuerdo con los índices de diversidad de

Shannon-Weaver y Simpson, se encontró que el Sendero Panamá verde es más diverso que el sendero La Cascada. Sin embargo, el índice CHAO nos explica que la composición de helechos entre los dos senderos es diferente. Se determinó que no existe una relación entre el DAP y la altitud sobre la abundancia de helechos epífitos. Se concluye que las características del sitio y del hospedero probablemente sean variables que influyan en una mayor abundancia y diversidad de helechos epífitos. No obstante, se necesitan más estudios para confirmar si estas variables influyen en nuestros resultados.

Palabras claves: Abundancia, DAP, altura, diversidad, sendero Panamá verde y Sendero La Cascada, helechos epífitos.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de los helechos de establecerse y desarrollarse en diferentes microhábitats de un gradiente espacial del bosque depende de su amplitud ecológica (Fernández et al. 2016, Futuyma & Moreno, 1988). Según Kreft et al. (2010) las regiones tropicales y húmedas son la que presentan la mayor riqueza de helechos y aliados, sin embargo, estas plantas disminuyen su riqueza en las regiones árticas, desiertos e islas de origen oceánico. Los factores como la humedad y altas precipitaciones anuales son ideales para el establecimiento y alta riqueza de especies epífitas (Kreft et al. 2004). Los helechos han desarrollado diferentes mecanismos (caídas de sus hojas y la resistencia de sus órganos) para evitar la desecación en lugares soleados (Granados-Sánchez et al. 2003). No obstante, factores como la textura y la humedad de la corteza son de gran relevancia en los helechos epífitos (Tewari et al. 2009).

Mendoza-Ruiz et al. (2016) reportan la mayor riqueza de helechos y licófitos epífitos en un intervalo altitudinal entre 751 y 1 750 m s.n.m. en el estado de Veracruz

(México). Otro estudio realizado por Krömer et al. (2005) en Bolivia encontró la mayor diversidad de Pteridophytas epífitas a los 1 700 m s.n.m. Por otro lado, un estudio realizado en el Cofre de Perote, Centro de Veracruz (México) reportan a elevaciones medias (1 000-2 500 m s.n.m.) la mayor riqueza de helechos y licófitos epífitos, hacia los extremos de estos gradientes la riqueza se ve disminuida (Carvajal-Hernández & Krömer, 2015).

En el mundo existen un estimado de 12 240 especies de helechos (Moran, 2008). Para América se tiene un estimado de 3 250 especies de pteridofitas (Campos et al. 2006); particularmente en Panamá se tienen registro de unas 1 734 especies de pteridofitas (ANAM, 2010). Tan solo en el Parque Internacional la Amistad ubicado en la frontera entre Panamá y Costa Rica, se tienen reportes de 433 especies de helechos (Monro et al. 2017).

El Parque internacional la Amistad (PILA) posee bosques muy húmedos, pluviales y nubosos. Sin embargo, está dominado por bosques premontanos y montanos (TNC, INBio-SOMASPA, 2005). Según Monro

et al. (2017) para el Parque Internacional La Amistad se conocen 3 046 especies de plantas vasculares. Registrando 39 nuevos reportes para Panamá, a su vez el PILA posee 73 especies endémicas. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la abundancia y diversidad de

helechos epífitos en una sección del sendero Panamá verde y La Cascada del Parque Internacional la Amistad, y establecer su relación con el DAP de los árboles y la altitud de los dos puntos muestreados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos senderos del Parque Internacional La Amistad ubicado en la Cordillera de Talamanca; la precipitación media anual oscila entre los 2 500 mm y los 5 500 mm, convirtiendo el Parque en una de las regiones más húmedas del territorio nacional (Mi Ambiente, 2017). El primer sitio de estudio fue el sendero “La Cascada” con una altitud promedio de 2 441 m s.n.m (08°54'00.1" N - 082°37'11.8" O), y el segundo fue el sendero “Panamá verde” con una altitud de 2 194 m s.n.m (08°53'37" N - 082°36'50.9" O).

La abundancia de hábitats y ecosistemas propicia una gran riqueza de especies, dentro de las cuales podemos mencionar a los helechos y aliados de los géneros *Lycopodium*, *Selaginella*, y *Asplenium*, principalmente localizados en zonas muy húmedas a orillas de ríos dentro del sotobosque. Entre las angiospermas arbóreas más abundantes están: cedro amargo (*Cedrela odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*). Las plantas epífitas son abundantes y entre ellas se pueden observar: orquídeas, gesneriáceas, helechos y aráceas (BBP, 2008).

La fauna es muy diversa cuentan con una gran cantidad de especies de mamíferos algunas especies son el jaguar (*Panthera onca*), el manigordo (*Leopardus pardalis*), Con respecto a las aves se registran 285 especies, las más visitada por los turistas es el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) (BBP, 2008).

Trabajo en campo

Se trazaron tres transectos de 3 x 20 m; con una cinta métrica. Los transectos se establecieron a los 2 194 y 2 441 m s.n.m. En cada transecto se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho) de los árboles que tuvieran un diámetro mayor o igual a 10 cm. Se marcaron los árboles con cinta reflectiva para proceder al conteo de helechos epífitos. Se contabilizaron los helechos epífitos a una altura menor o igual a cinco metros, con el fin de determinar la abundancia de ambos senderos.

No se contabilizaron los individuos que se encuentran en etapa de plántulas ni las primeras fases de estadios juveniles, debido a la dificultad para determinar los rasgos característicos de los individuos

adultos. Para medir la abundancia de los helechos epífitos se contabilizaron los individuos por separado siempre y cuando no estuviesen formando colonias; si se encontraban formaciones de colonia, cada una de ellas se contabilizó como un individuo “Stand” (Sanford, 1968). Se utilizaron binoculares para identificar los individuos de helechos epífitos en la parte más alta de los árboles considerada en este trabajo.

Procesamiento de las muestras

La Identificación de los helechos epífitos se realizó con la ayuda de guías de campo Werner & Mendieta-Leiva (2011); Jiménez (2015). Además, se utilizaron los libros de helechos de Barrios & Jiménez (2010) y Ríos et al. (2016).

Análisis de los datos

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Weaver que mide la biodiversidad específica y el índice de Simpson que permite cuantificar la biodiversidad de un hábitat, para determinar que sitio de los muestreados presentaba mayor diversidad de helechos epífitos. Además, se calculó el índice de CHAO que estima el número de especies esperadas en relación con el número de especies únicas, para determinar qué tan similares son los sitios de muestreo entre sí. También se realizaron dos regresiones lineales para determinar si había un efecto del DAP de los árboles y la altitud en la abundancia de helechos epífitos. Los análisis se realizaron en el software R-Studio.

RESULTADOS

En el sendero Panamá verde se registraron un total de cinco familias de helechos epífitos, con 20 géneros y 239 individuos en comparación con el sendero La Cascada, en donde se reconocieron cuatro familias de helechos epífitos, con 19 géneros y 216 individuos (Cuadro 1-2). En ambos senderos la familia que registró mayor riqueza de géneros fue Polypodiaceae (12 individuos), mientras que la menos representativa fue Dryopteridaceae (7 individuos), seguida de Pteridaceae (3 individuos), Hymenophyllaceae (2 individuos) y Aspleniaceae (1 individuos). En relación con el género de mayor abundancia tanto para el sendero La Cascada y Panamá verde fue *Elaphoglossum* con 179 individuos.

Cuadro 1. Lista de los géneros/especies de helechos epífitos en una sección del sendero Panamá verde.

Familia	Géneros	Abundancia
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	16
	<i>Elaphoglossum</i> sp.1	7
	<i>Elaphoglossum</i> sp.2	35
	<i>Elaphoglossum</i> sp.3	10
	<i>Elaphoglossum</i> sp.4	5
	<i>Elaphoglossum</i> sp.5	11
	<i>Elaphoglossum</i> sp.6	2
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> sp.	1
	<i>Polypodium</i> sp.	3
	<i>Grammitis</i> sp.1	26
	<i>Terpsichore</i> sp.	7
	Morfoespecie 1	10
	Morfoespecie 2	3
	Morfoespecie 3	16
	Morfoespecie 5	14
	Morfoespecie 6	3
Pteridaceae	<i>Vittaria</i> sp.1	6
	<i>Vittaria</i> sp.2	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp.	61
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> sp.1	2
Total		239

Cuadro 2. Lista de los géneros/especies de helechos epífitos en una sección del sendero La Cascada.

Familia	Géneros	Abundancia
Polypodiaceae	<i>Terpsichore</i> sp.	9
	Morfoespecie 1	22
	Morfoespecie 2	2
	Morfoespecie 3	3
	Morfoespecie 4	3
	<i>Polypodium</i> sp.	2
	<i>Melpomene</i> sp.	2
	<i>Grammitis</i> sp.1	13
	<i>Grammitis</i> sp.2	8
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum peltatum</i>	40
	<i>Elaphoglossum</i> sp.1	1
	<i>Elaphoglossum</i> sp.2	33
	<i>Elaphoglossum</i> sp.3	2
	<i>Elaphoglossum</i> sp.4	2
	<i>Elaphoglossum</i> sp.5	15
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> sp.1	8
	<i>Hymenophyllum</i> sp.2	1
Pteridaceae	<i>Vittaria</i> sp.1	49
	Morfoespecie 1	1
Total		216

En cuanto a las familias más abundantes de helechos epífitos en el sendero Panamá verde se encontraban: Dryopteridaceae, Polypodiaceae y Aspleniaceae (Fig.1).

Por otro lado, las familias más abundantes en el sendero La Cascada fueron: Dryopteridaceae, Polypodiaceae y Pteridaceae (Fig. 2).

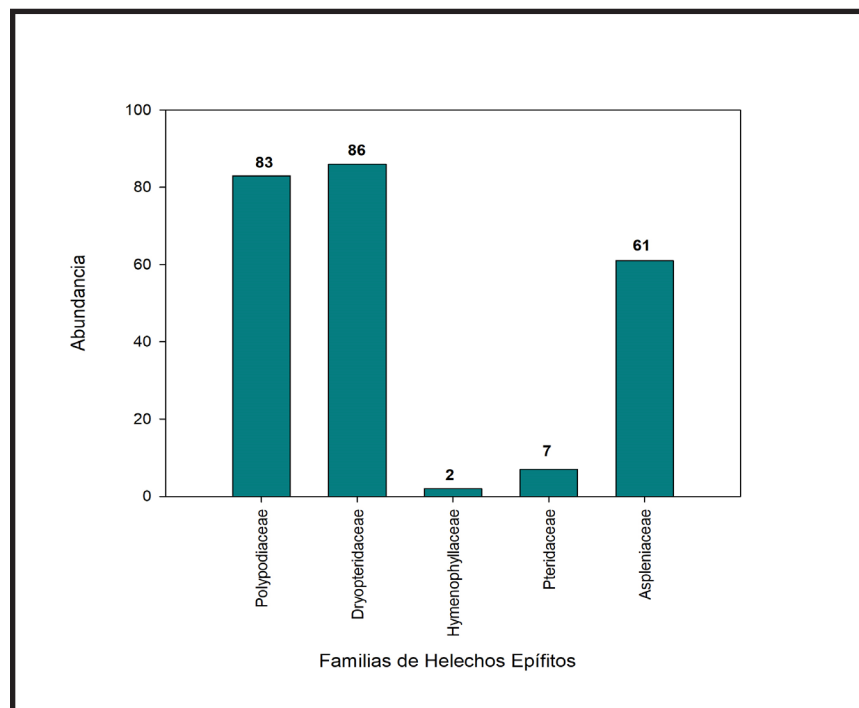


Figura 1. Familias de helechos epífitos más abundantes en una sección del sendero Panamá verde.

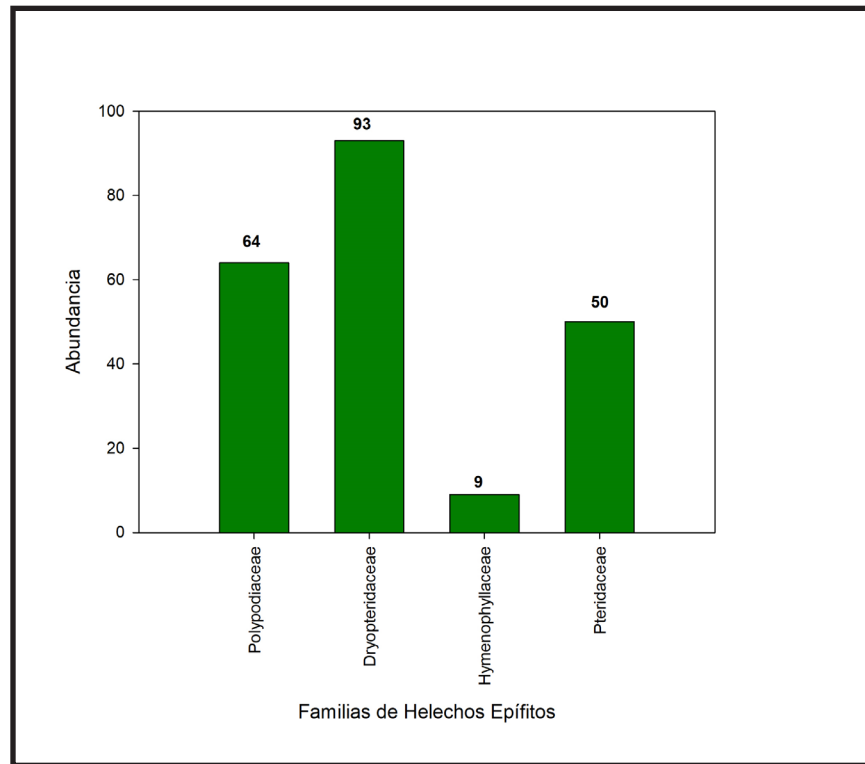


Figura 2. Familias de helechos epífitos más abundante en una sección del sendero La Cascada.

Según los índices de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson, el sendero Panamá verde presenta una mayor diversidad de helechos epífitos con respecto al sendero La Cascada (Cuadro

3). El índice de Chao sugiere que existe poca similitud de las especies de helechos epífitos encontradas entre el sendero Panamá verde y La cascada (CHAO: 0.37).

Cuadro 3. Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson, en los senderos La cascada y Panamá verde.

Senderos	Shannon-Weaver	Simpson
Panamá verde	H' = 2.48	8.34
La Cascada	H' = 2.31	7.50

Influencia del DAP y la Altitud sobre la abundancia de Helechos epífitos

($R^2=0.009$ (DAP) y la altitud y la abundancia de helechos epífitos $R^2=0.035$ (elevación); $P<0.05$ en ambos casos) (Fig. 3-4).

No se encontró un efecto importante del DAP y la abundancia de helechos epífitos

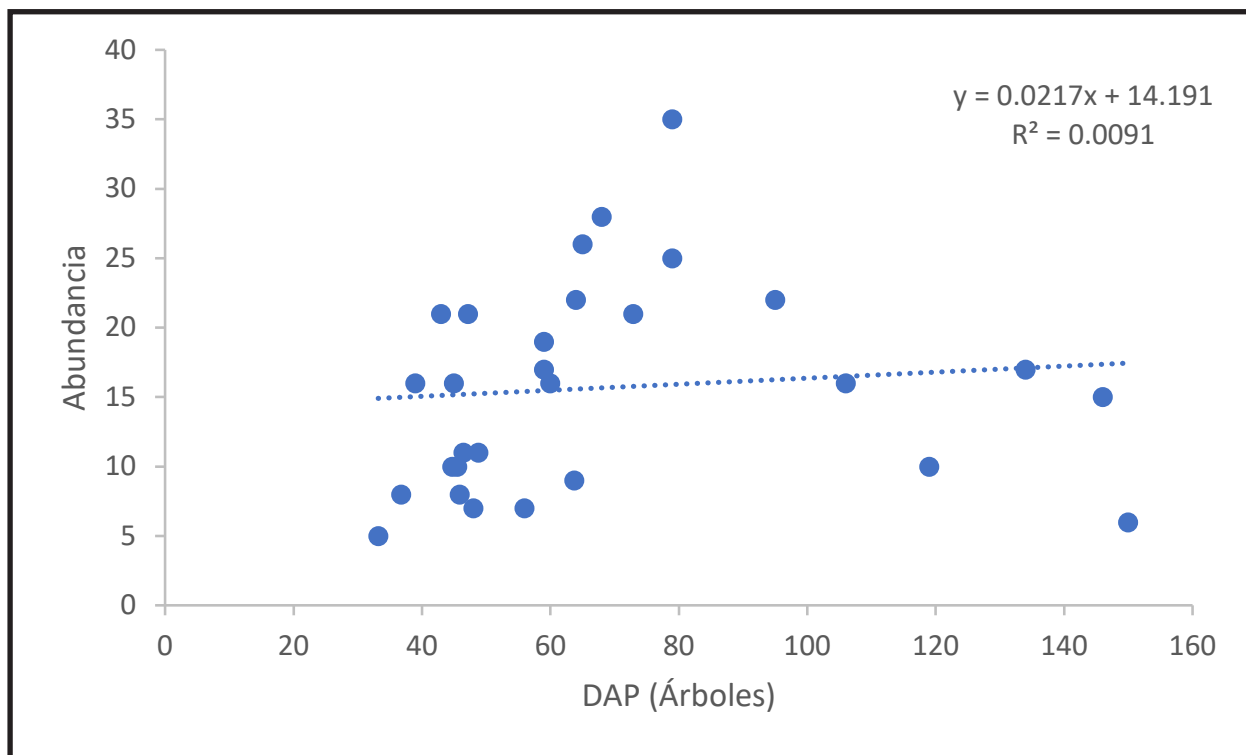


Figura 3. Relación del DAP de los árboles con la abundancia de helechos epífitos.

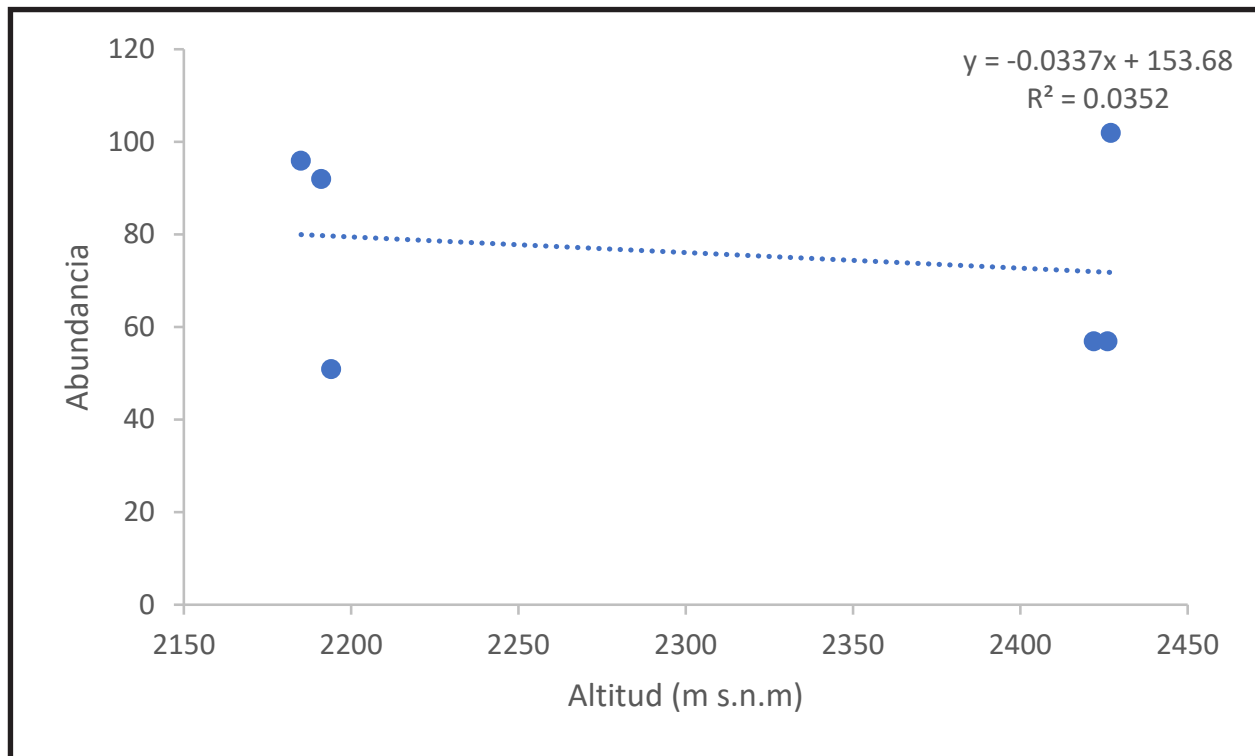


Figura 4. Relación de la elevación de los transectos muestreados con la abundancia de helechos epífitos.

DISCUSIÓN

Se encontró que la abundancia de helechos epífitos difiere entre el sendero Panamá verde y La Cascada. Es probable que el sendero Panamá verde presente ciertas características (árboles de mayor tamaño, menor cantidad de briofitos en la corteza, vegetación más cerrada y una elevada adaptabilidad de las especies a las condiciones microclimáticas); que favorecen a una mayor abundancia de helechos epífitos en el sendero Panamá verde con respecto al sendero La Cascada. Según Granados-Sánchez et al. (2003) las epífitas para su establecimiento necesitan de ciertos requerimientos por parte del hospedero (forma biológica, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perenne o caducifolia) y de las variables ambientales donde se localicen los forófitos. Los briofitos en zonas con alta humedad tienden a competir con los Pteridofitos llegando a excluirlos (Kessler, 2001). Adicionalmente, no se encontró un efecto importante de la elevación y el DAP en la abundancia de helechos epífitos ($R^2=0.035$ (altitud) y $R^2=0.009$ (DAP); $P<0.05$ en ambos casos). Por lo tanto, la elevación es una variable ambiental que no tiene efecto sobre los helechos del Parque Interna-

cional la Amistad y no determina el crecimiento de estos en un sitio (Körner, 2007). Nuestros resultados concuerdan con los reportado por Sánchez-González et al. (2016) donde no se encontró una relación significativa entre la altitud y la riqueza de helechos y licófitos. Debido a que las especies de helechos dependen de condiciones idóneas de humedad y temperatura para su reproducción y desarrollo, y no de la altitud en la que se encuentran (Kluge et al. 2006). Con relación al DAP de los árboles, este no presenta significancia en la abundancia de individuos, ya que las especies de helechos se rigen por factores ambientales, sin dejar de lado que el forófito necesita una buena posición, edad y estado (Sugden & Robins, 1979). Se recomienda evaluar los siguientes factores: condiciones microclimáticas, identidad de los hospederos, altura de los hospederos y las características del hospedero, con el fin de determinar cuál de estos factores explica mejor la abundancia de helechos epífitos entre los dos sitios muestreados.

Una de las familias que reportó mayor número de géneros para ambos senderos fue Polypodiaceae, esta familia se

caracteriza por tener una distribución amplia con gran diversidad de individuos (Hernández et al. 2005). De acuerdo con Parris (2003) esta familia se encuentra principalmente en las selvas lluviosas y regiones montañosas tanto del viejo como del nuevo mundo. Según Zotz (2016) de las 2 700 (aprox.) especies de pteridophytas epífitas, el 50 % pertenece a la familia Polypodiaceae, la cual abarca un total de 74 géneros. A su vez esta familia ha sido reportada en el estado de Veracruz, México con la mayor riqueza de géneros y especies (Mendoza-Ruiz et al. 2016).

A pesar de que se reportó a la familia Polypodiaceae con la mayor cantidad de géneros la misma no fue tan abundante en comparación a la familia Dryopteridaceae (Fig 1-2), esto se debe a que la familia Dryopteridaceae posee el género *Elaphoglossum* el cual reportó la mayor abundancia con un total de 179 individuos (entre los dos senderos), esto probablemente esté relacionado a una mayor dispersión de esporas, adaptación a las condiciones microclimáticas y grandes tasas de fertilidad de este género en particular con respecto a los demás. De acuerdo con Krebs (1978), citado en Hernández et al. (2005) los factores del lugar (temperatura y humedad) son

indispensable para que se observe una mayor abundancia de la vegetación. Según Monro et al. (2017) para el Parque Internacional la Amistad se reportó que el género *Elaphoglossum* poseía un total de 70 especies de dicho género en particular lo que explica la mayor abundancia y riqueza de especie de este estudio.

Diversidad de helechos epífitos en el Sendero Panamá verde y La Cascada

Según el índice de Shannon-Weaver se obtuvo una mayor diversidad de helechos epífitos para el sendero Panamá verde. Este resultado puede deberse a que este índice presta mucha importancia a las especies que no son abundantes, por lo cual la presencia de especies únicas puede ser importante (Durán-García, 1995).

Entre los dos senderos muestreados se pudo encontrar que el sendero Panamá verde presentó seis especies únicas, mientras que en el sendero La Cascada se reportaron cinco (Cuadro 1-2). Las diferencias considerables de la abundancia de los helechos epífitos observados entre las zonas estudiadas pueden ser el resultado de diferencias estructurales y su estrecha relación con variables microclimáticas,

como la humedad, la intensidad lumínica, proceso sucesional, continuidad del dosel y la posición con respecto a vientos (Rojas & Sánchez, 2015). Según Hietz & Briones (1998) la abundancia de epífitas está relacionada con las condiciones del forófito proporcionando una diferencia en los microhábitats.

Para el cálculo de estos índices de diversidad, la abundancia que posee cada especie juega un papel muy importante

para determinar la diversidad de un lugar específico. Al obtener los resultados de los índices de diversidad, tanto el de Shannon-Weaver como el Simpson, éstos son totalmente diferentes, ya que la abundancia de cada una de las especies en los diferentes senderos cambia. Es evidente cómo la abundancia juega un papel muy importante para el cálculo de los índices de diversidad (Hernández et al. 2005).

CONCLUSIONES

Se demostró que existe una diferencia en la abundancia de helechos epífitos entre los dos senderos muestreados y a la vez se comprobó que no hay un efecto de la elevación y el DAP en la abundancia de helechos epífitos.

La familia Polypodiaceae se reportó con la mayor riqueza de géneros.

Dryopteridaceae fue la familia que presentó mayor abundancia siendo *Elaphoglossum* el género más abundante dentro de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAM. (julio de 2010). *Cuarto informe nacional de Panamá ante el convenio sobre la diversidad biológica*. Recuperado el 9 de Mayo de 2020, de <https://www.cbd.int/doc/world/pa/pa-nr-04-es.pdf>
- Barrios, J. & Jiménez, B. (2010). *Los helechos del corredor del Bosque Nuboso de Baja Verapaz, Guatemala. Inst Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 2009. 192 p.* Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- BBP. (2008). Obtenido de <https://biota.wordpress.com/2008/02/29/flora-y-fauna-del-parque-internacional-la-amistad/>
- Campos, J., Cruz, A. & Vázquez, M. (2006). Helechos: joyas naturales desapercibidas. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana*, XIX(1). Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num1/articulos/helechos/index.htm>
- Carvajal-Hernández, C. & Krömer, T. (2015). Riqueza y Distribución de Helechos y Licófitos en el gradiente altitudinal del Cofre De Perote, Centro de veracruz, MÉXICO. *Botanical Sciences*, 93(3), 601-614. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/bs/v93n3/v93n3a14.pdf>
- Durán-García, R. (1995). Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Bot. Mexic.* 31: 73-84.
- Fernández, R., Moreno-Chacón, M., Canessa, R. Mordones, D., Viveros, N. & Saldaña, A. (2016). Relación entre la amplitud ecológica de epífitas vasculares y sus respuestas ecofisiológicas a la disponibilidad de luz y humedad en el bosque esclerófilo mediterráneo costero de Chile. *Gayana Bot.*, 73(1), 68-76. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432016000100009>
- Futuyma, D. & Moreno, G. (1988). The evolution of ecological specialization. *Ecol: Syst*, 13: 207-233. doi: doi.org/10.1146/annurev.es.19.110188.001231.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G., Hernández-García, M., & Sánchez-González, A. (2003). Ecología de las Plantas epífitas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*,

- 9(2), 101-111. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/629/62913142001.pdf>
- Hernández, R., Nelson, C., Mejía, T. & Borjas, G. (2005). Diversidad de Helechos en el Sendero La Esperanza del Parque Nacional La Tigra, Honduras. *Ceiba*, 29-41. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/255785587_Diversidad_de_Helechos_en_el_Sendero_La_Esperanza_del_Parque_Nacional_La_Tigra_Honduras
- Hietz, P. & Briones, O. (1998). Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. *Oecología*, 305-316.
- Jiménez, I. (2015). Helechos Grammitidaceos (Polypodiaceae) en los Yungas, Bolivia. Obtenido de https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/582_grammitidos_c1.pdf
- Kessler, M. (2001). Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1473-1475.
- Kreft, H., Köster, N., Küper, W., Nieder, J. & Barthlott, W. (2004). Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *Journal of Biogeography*, 1463-1476. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/227504985_Diversity_and_biogeography_of_vascular_epiphytes_in_Western_Amazonia_Yasun_Ecuador
- Kreft, H., Jetz, W., Mutke, J. & Barthlott, W. (2010). Contrasting environmental and regional effects on global pteridophyte and seed plant diversity. *Ecography*, 33: 408-419. doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.06434.x
- Kluge, J., Kessler, M. & Dunn, R. R. (2006). What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects forpteridophytes on an elevational gradient in Costa. *Global Ecology and Biogeography*, 358-371.
- Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S. & Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography*, 1799-1809. Obtenido

- de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2005.01318.x>
- Körner, C. (2007). The use of “altitude” in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*, 569-574.
- Mendoza-Ruiz, A., Ceja-Romero, J. & Pérez-García, B. (2016). Helechos y Licofitos Epífitos de Veracruz, México: Riqueza y Distribución. *Acta Botánica Mexicana*, 114, 87-136.
- Mi Ambiente. (2017). *Área protegida del parque internacional la amistad. 2020, de Sistema de producción sostenible y conservación de la biodiversidad*. Obtenido de <http://produccionsostenibleybiodiversidad.org/areas-protegidas/parque-internacional-la-amistad/>
- Monro, A., Santamaría, D., González, F., Chacón, O., Solano, D., Rodríguez, A., Zamora, N., Fedele, E. & Correa, M. (2017). A first checklist to the vascular plants of La Amistad International Park (PILA), Costa Rica-Panama. *Phytotaxa*, 1-283.
- Moran, R. (2008). Diversity, biogeography, and floristics. En Ranker, T. & Haufler, C. *Biology and Evolution of ferns and lycophytes* (págs. 367-394). Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541827.015>
- Parris, B. (2003). The distribution of Grammitidaceae (Filicales) inside and outside Malesia. *Telopea*, 10(1), 451-466. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.196&rep=rep1&type=pdf>
- Ríos, R., Rincón, R. & Santos, M. (2016). *Guía de helechos y plantas afines del Parque Nacional Volcán Barú*. Panamá: Herbario, UCH, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación, SENACYT.
- Rojas, C. & Sánchez, A. (2015). Estructura Espacial de Epífitas Vasculares en dos Localidades de Bosque Altoandino, Pamplona, Colombia. *Botánica-Florística*, 1-16.
- Sánchez-González, A., Álvarez-Zuñiga, E. & López-Mata, L. (2016). Patrones de Diversidad y Distribución de Helechos y Licopodios en un Bosque Mesófilo de Montaña de México. *Chapingo*, 235-253.
- Sanford, W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semi-deciduous tropical forest in Southern Nigeria. *Journal of Ecology*,

- 95(3): 697-705. <https://www.jstor.org/stable/2258101>. Consultado 1-8-20.
- Sugden, A. M. & Robins, R. J. (1979). Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian cloud forests, I. The distribution of the epiphytic flora. *Biotropica*, 173-188.
- Tewari, L., Tewari, G., Nailwal., T. & Pangtey, Y. (2009). Bark Factors Affecting the Distribution of Epiphytic Ferns Communities. *Nature and Science*, 7(5), 1545-0740. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237801176_Bark_Factors_Affecting_the_Distribution_of_Epiphytic_Ferns_Communities
- TNC, INBio, SOMASPA. (Diciembre de 2005). *Análisis de Viabilidad de los Objetos de Conservación del Sitio Binacional La Amistad, Costa Rica-Panamá: Documento elaborado en forma conjunta por INBio y SOMASPA para TNC*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de <https://docplayer.es/19175459-Analisis-de-viabilidad-de-los-objetos-de-conservacion-del-sitio-binacional-la-amistad-costa-rica-panama.html>
- Werner, F. & Mendieta-Leiva, G. (2011). *Epiphytic ferns and allies of Podocarpus Biosphere Reserve*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/272474899_Epiphytic_ferns_and_allies_of_Podocarpus_Biosphere_Reserve
- Zotz, G. (2016). *Plants on Plants- The biology of vascular Epiphytes*. Oldenburg, Germany: Springer International Publishing Switzerland 201.

ABUNDANCIA DE BROMELIÁCEAS RELACIONADA CON UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL PARQUE INTERNACIONAL LA AMISTAD

Brenda Araúz¹, Ana Quiroz²

Universidad de Panamá, Ing. en Manejo de Cuencas y Ambiente¹

Universidad Autónoma de Chiriquí, Lic. en Ciencias Ambientales y Recursos Naturales²

RESUMEN

La epífitas vasculares, entre ellas las bromeliáceas, son un grupo importante de los bosques tropicales y su diversidad está muy relacionada con patrones de elevación. La capacidad de captar grandes cantidades de materia orgánica y almacenar agua, confiere a las epífitas un importante papel en los bosques tropicales, ya que contribuyen con el ciclo de nutrientes y son un soporte para las comunidades ecológicas. Con el fin de evaluar cómo varía la abundancia de bromeliáceas con respecto al gradiente altitudinal entre dos puntos: 2191 m.s.n.m (Panamá Verde) y 2437 m.s.n.m del Parque Internacional la Amistad, se planteó la siguiente hipótesis: si la abundancia y diversidad de bromeliá-

ceas disminuye con la elevación, entonces se esperaría encontrar que los sitios bajos presenten mayor cantidad de bromeliáceas con respecto a los sitios altos. Utilizando la técnica del punto al centro cuadrado, se contabilizaron las bromeliáceas presente en 16 árboles y se encontró que no había diferencias en la densidad y diversidad de bromeliáceas entre el sendero La Cascada y Panamá Verde; sin embargo, la mayor riqueza se registró a 2191 m.s.n.m. Ambos sitios tenían en común el género *Guzmania sp.*, siendo los de mayor abundancia *Guzmania sp.*, *Tillandsia sp.* y *Vriesea sp.* En conclusión, encontramos que la altitud no es un factor que influya en la densidad y diversidad de bromeliáceas,

pero esto podría depender de otras variables como la humedad, temperatura y luz. Además, el diámetro de los árboles muestreados no se relacionó con la densidad de individuos en cada rango altitudinal. La diferencia de altitud en este estudio no fue

lo suficientemente grande para observar grandes variaciones entre un punto y otro, por lo que se sugiere definir varios rangos altitudinales con una diferencia marcada entre ellos.

INTRODUCCIÓN

En términos generales, la composición y riqueza de especies, así como las condiciones climáticas, están muy relacionadas con diferencias en la elevación. Los patrones comúnmente observados son la disminución de la riqueza con el aumento de la elevación y la presencia de un pico de riqueza de especies en las elevaciones intermedias (Terborgh 1977 ; McCoy 1990; Kessler *et al.*, 2001; Colwell *et al.*, 2004; Grytnes & McCain, 2007; Sanders & Rahbek, 2012).

Entre los grupos de epífitas vasculares estudiados respecto al efecto de los factores ambientales y altitudinales se encuentran las aráceas, bromeliáceas, orquidáceas, cactácea, peperomias y pteridofitas (Kessler, 2000, Kessler *et al.*, 2001; Kessler, 2002; Cardelus, Colwell & Watkins, 2006). El estudio realizado por Cardelus, Colwell & Watkins (2006)

en Costa Rica, muestra los patrones de distribución de epífitas vasculares, en particular para el grupo de las bromeliáceas se observa un pico de riqueza en las elevaciones medias, sugiriendo que este patrón está influenciado por el efecto de dominio medio (MDE, la superposición de elevación media de especies de rango grande).

El objetivo de este trabajo fue analizar la variación de la abundancia de bromeliáceas con respecto al gradiente altitudinal en dos puntos ubicados en el Parque Internacional la Amistad (PILA). Planteando la siguiente hipótesis: Si la abundancia y diversidad de bromeliáceas disminuye con la elevación, entonces se espera encontrar que los sitios bajos presenten mayor cantidad de bromeliáceas con respecto a los sitios altos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en el Parque Internacional La Amistad (PILA), localizado en el corregimiento de Cerro Punta, distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí. De acuerdo con ANAM (2004), hoy Ministerio de Ambiente, el PILA posee una extensión de 207,000 hectáreas; siendo una de las unidades de manejo más grandes del sistema de áreas protegidas de la República de Panamá, ocupando aproximadamente el 98% del territorio en la provincia Bocas del Toro y el 2% restante en la provincia de Chiriquí al occidente del país. La categoría de manejo para la creación del Parque Internacional La Amistad inició a través de un convenio firmado entre Panamá y Costa Rica en el año 1972 y ratificado en ambos países en el año 1982. Posteriormente, en Panamá esta área protegida fue creada a través de la Resolución JD-021 de 1988 y a su vez está catalogada como un Sitio de Patrimonio Mundial de las Reservas de la Cordillera de Talamanca – Reserva de la Biosfera La Amistad, desde el año 1998.

De acuerdo con los datos biofísicos del Ministerio de Ambiente (2017), el PILA

posee un clima que varía notablemente de unas zonas a otras dentro de esta área protegida, la temperatura media anual va desde los 5°C hasta los 25°C y la precipitación media anual oscila entre los 2500 mm a 5500 mm, siendo esta área protegida una de las regiones más húmedas del territorio nacional. Debido a los patrones climáticos y la diferencia de composición biótica se identifican siete (7) tipos de Zonas de Vida en el PILA según el Sistema de Holdridge compuesto por: bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque muy húmedo premontano (bmh-P), bosque húmedo tropical (bh-T), bosque pluvial premontano (bp-P), bosque pluvial montano bajo (bp-MB), bosque pluvial montano (bp-M) y probablemente el páramo pluvial subalpino (pp-S). (Corro, s.f)

Se establecieron dos sitios de muestreo en diferentes altitudes en el PILA; el sitio de muestro más alto corresponde al sendero La Cascada (PA) a 2437 m.s.n.m., en donde se ubicaron los puntos de muestreo entre las coordenadas UTM 321880 E y 984192 N. Este sendero se caracteriza

por tener fragmentos de bosques vírgenes y en sucesión secundaria, encontrándose especies forestales como *Quercus sp.* y *Alnus sp.*, al igual una diversidad de helechos, briófitos y epífitas. Mientras que el sitio de muestreo situado en un rango altitudinal bajo se ubicó a 2191m.s.n.m.,

dentro del sendero Panamá Verde (PB) entre las coordenadas UTM 322426 E y 983415 N. Este sendero posee un bosque secundario con gran variedad briófitos y plantas epífitas. Entre las especies forestales presentes se observan *Alnus sp.* y *Beilschmiedia sp.*

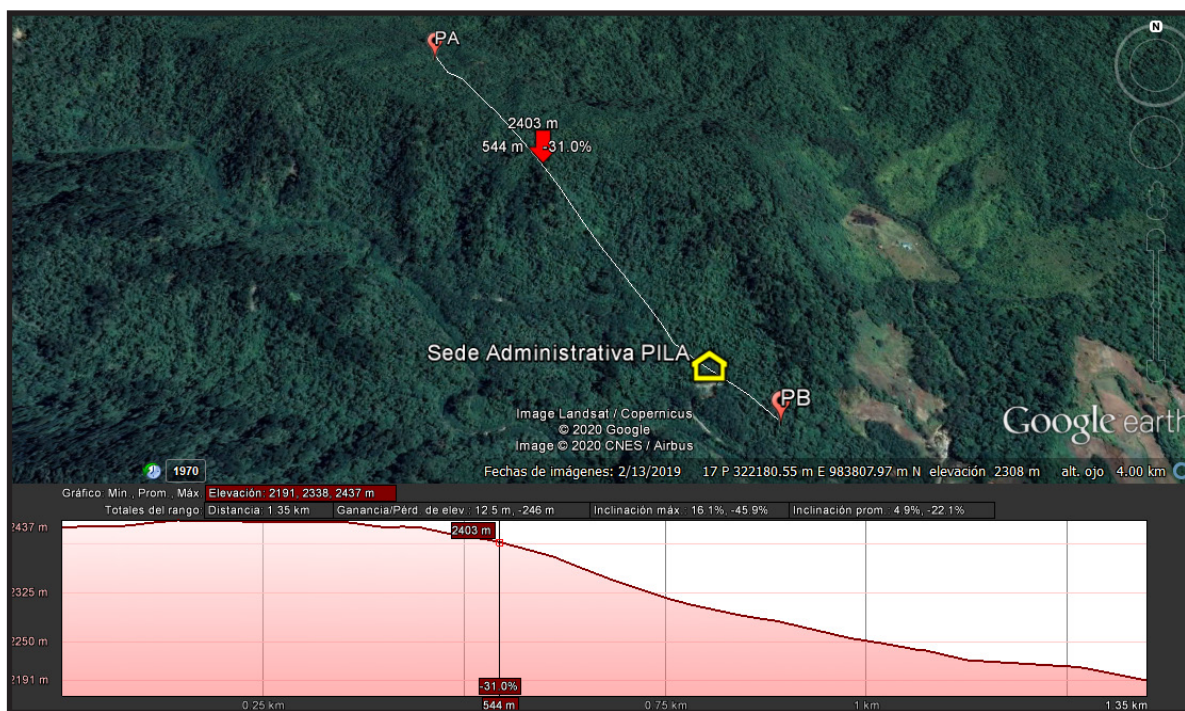


Figura 1. Vista aérea del área de estudio para los sitios de muestreo PA y PB en el Parque Internacional La Amistad (PILA)

Establecimiento del área de muestreo

En cada rango altitudinal se utilizó el método de "Punto al Centro Cuadrado", el cual está basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro, en donde los cuadrantes o puntos de muestreos de las bromelias fueron colocados a partir de los 5 metros a ambos lados del sendero seleccionado (Mostacedo y Fredericksen, 2000, Figura 2).

Para el muestreo de las bromeliáceas en los dos puntos, denominados PA (2437 m.s.n.m y PB (2191 m.s.n.m), en cada

cuadrante se ubicó el árbol más cercano al punto central como referencia y se tomó una distancia respectiva de 10 metros considerando únicamente cuatro árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayores a 20 cm, medidos con una cinta dasométrica; ubicados al extremo del cuadrante dispuestos en Norte, Sur, Este y Oeste. La información fue registrada en formatos de campo, donde se anotaron los datos de la georreferenciación y la altitud de los puntos PA y PB por medio de coordenadas de GPS, se anotó el DAP de los árboles muestreados y registró cantidad de bromelias presentes en cada individuo arbóreo.

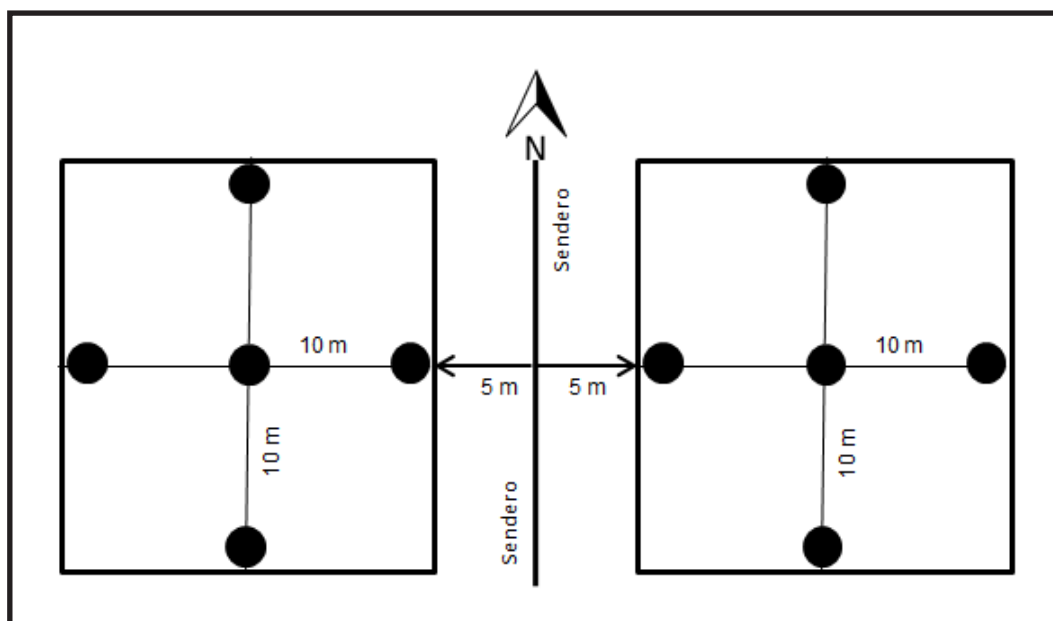


Figura 2. Esquema de muestreo en los puntos PA y PB.

Análisis Estadístico

Utilizamos un análisis de varianza de una vía para comparar variaciones de la abundancia de bromeliáceas respecto al gradiente altitudinal. Se verificó la normalidad de los datos y no todos cumplían con los supuestos de normalidad, por lo que se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson y Análisis de Componentes

Principales (PCA) para determinar la correlación de las variables densidad de bromeliáceas y diámetro del hospedero con relación a la altitud. La diversidad de bromeliáceas se calculó mediante el índice de Shannon-Weiner, comparando la riqueza y abundancia de especies en los dos sitios de estudio. Estos análisis se realizaron con el software R versión 3.6.2 (R Core Team, 2017).

RESULTADOS

Abundancia de bromelias en los puntos de muestreo PA y PB.

En los puntos de muestreo de bromeliáceas epífitas ubicados entre los 2437 m.s.n.m a 2191 m.s.n.m dentro de los senderos La Cascada y Panamá Verde del Parque Internacional La Amistad (PILA), se registró un total de 104 individuos, distribuidos en nueve géneros de bromeliáceas, siendo los géneros *Guzmania sp.1* y *Tillandsia sp.*, los de mayor abundancia con 28

individuos cada uno, seguido de los géneros *Vriesea sp.1.*, *Guzmania sp.3* y una morfoespecie con 16, 14 y 12 individuos respectivamente. Por el contrario, la menor cantidad de individuos registrados fue para los géneros de bromeliáceas *Guzmania sp.2* y *Guzmania sp.4* con total de dos individuos para cada género y de los géneros *Vriesea sp.3* y *Vriesea sp.2*, se registró un solo individuo respectivamente (Figura 3).

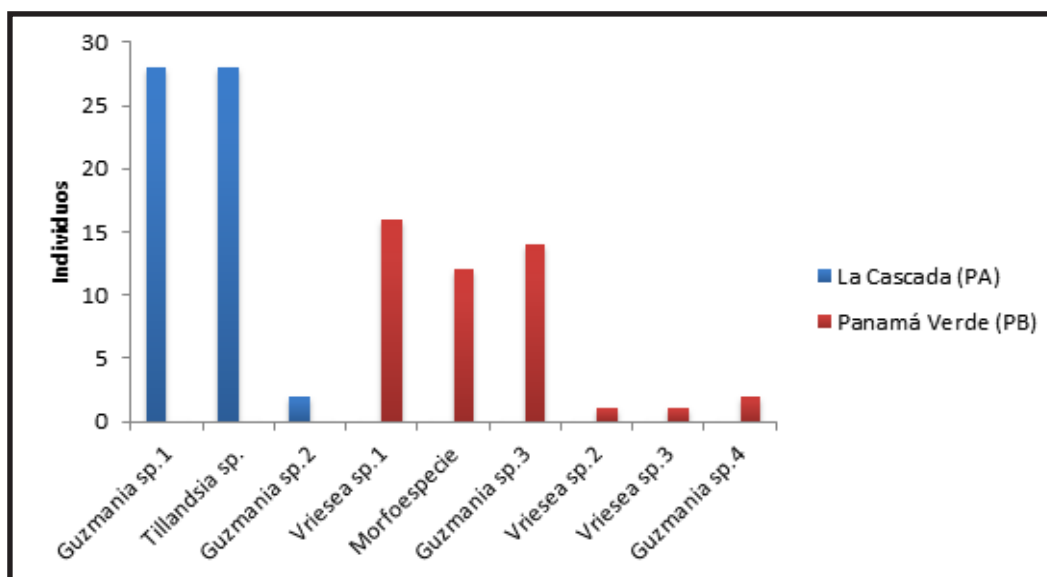


Figura 3. Abundancia de bromeliáceas muestreadas en los Puntos A y B.

Densidad de bromeliáceas respecto al gradiente altitudinal

Se encontró una abundancia promedio de seis bromeliáceas en el sendero La Cascada (PA) y cinco bromeliáceas en el sendero Panamá Verde (PB). A pesar de que el sendero La Cascada presentó mayor densidad, no se encontró diferencias en la densidad de individuos respecto a la altitud ($\chi^2_{(1)}=43.64$; $P=0.056$).

La diversidad de especies fue baja en ambos sitios (Cuadro 1). El sendero la Cascada a pesar de obtener un valor bajo ($H'=0.81$), presentó una mayor cantidad de individuos para unas pocas especies. Mientras que el sendero Panamá Verde ($H'=1.380$), se observó una menor cantidad de individuos y una mayor riqueza de especies.

Cuadro 1. Índice de diversidad en los sitios de muestreo.

Índice de Diversidad	La Cascada (2437msnm)	Panamá Verde (2191 msnm)
Shannon Wiener (H')	0.81	1.380

Densidad de bromeliáceas en los PA y PB con relación al DAP

De acuerdo con el Análisis de Componentes Principales (PCA), la Figura 4 muestra que en los puntos marcados como PA se encontró una mayor densidad de bromelias con respecto al punto PB. No obstante, los árboles muestreados en los puntos PB poseen un DAP mayor con respecto a

los árboles en PA; sin embargo, esto no es un factor determinante de la densidad de bromelias en ambos gradientes altitudinales. Esto fue comprobado por medio del Análisis de Correlación de Pearson, donde se obtuvo un coeficiente de $r = 0.240$, es decir, existe una baja correlación entre la densidad y el DAP de los árboles muestreados en los puntos PA y PB.

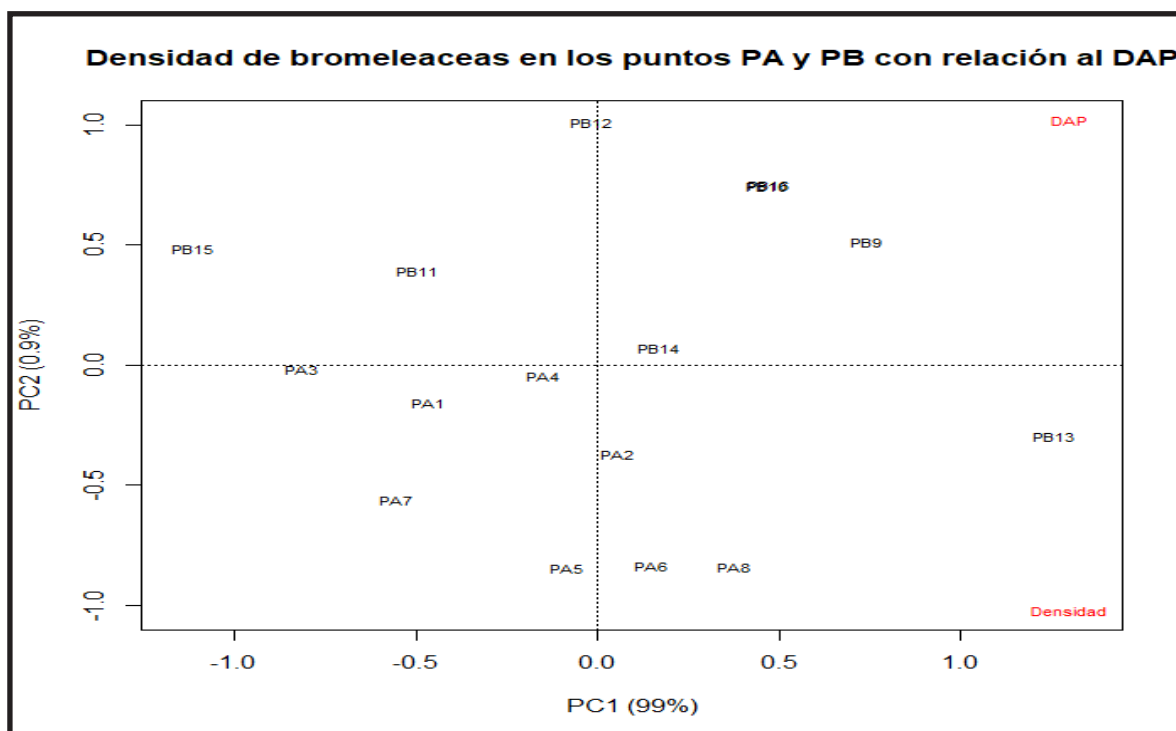


Figura 4. Densidad de bromelias en los puntos PA y PB con relación al DAP de los árboles muestreados.

DISCUSIÓN

Diversidad de bromeliáceas respecto a la altitud

Se esperaba que la altitud influyera sobre la abundancia y riqueza de bromeliáceas, por lo que encontraríamos mayor abundancia y riqueza a una menor elevación, debido a que están menos expuestas al azote del viento y la evaporación podría ser menor, permitiendo una mayor disponibilidad de humedad en la zona baja respecto de la alta.

A pesar de que no hubo diferencias entre los senderos La Cascada y Panamá Verde, la diversidad de bromeliáceas fue baja en ambos sitios de acuerdo con el índice de Shannon Weaver, sin embargo, se encontró una mayor riqueza de especies en la zona baja (2191 m.s.n.m) (Cuadro 1). Este comportamiento está relacionado indirectamente con el gradiente altitudinal, donde la riqueza de especies disminuye con la elevación, es decir, en zonas más altas y frías hay una disminución considerable de bromeliáceas respecto a las zonas bajas y cálidas (Mondragón et al., 2006); sin embargo, esta disminución está más relacionada con las variaciones medio

ambientales, sobre todo de humedad y temperatura (Zotz 2005, Krömer *et al.*, 2005). Cardelus *et al.*, (2006) mencionan que la precipitación es una variable que se correlaciona significativamente con la riqueza de epífitas. En este caso, la zona baja, quizás presente mayor humedad, no por la entrada en forma de lluvia, más bien en forma de neblina, lo que puede permitir mayor disponibilidad de humedad en esta zona al ser comparada con la zona alta, debido a que la zona alta está expuesta al azote del viento y por lo tanto a la pérdida de humedad. En este contexto, la mayor diversidad de bromeliáceas respecto a gradientes altitudinales se ha documentado que se encuentra entre los 1500 y 2000 m.s.n.m. (Benzing 2000; Wolf & Flamenco 2003; Zotz, 2005, Mondragón *et al.*, 2006). En el área de estudio, la mayor riqueza de especies se encontró a una altitud de 2191 m.s.n.m la más cercana a dichas altitudes.

Abundancia de bromeliáceas en los puntos PA y PB

En general, a altitudes menores disminuye la humedad, la cual se considera uno de los factores más limitantes en la distribución

de las epífitas, de acuerdo con Gentry y Dodson (1987), citado por Mondragón, *et al.* (2006). Por consiguiente, la abundancia y riqueza de bromeliáceas encontradas en los rangos altitudinales de 2437 m.s.n.m. a 2191 m.s.n.m., está muy relacionada con las variaciones medio ambientales, sobre todo de humedad y temperatura en ambos puntos de muestreo.

Los bosques cuentan con variaciones en temperatura y humedad, los cuales en niveles bajos son los principales factores ambientales limitantes en la diversidad y abundancia de epífitas como lo son las bromeliáceas (Carvente, *et al* 2007). En este sentido, las características climáticas podrían ser algunos de los factores determinantes en la mayor densidad de los géneros identificados como *Guzmania sp.* y *Tillandsia sp.*, en el punto de muestreo PA; el lugar más alto y húmedo, pero menos diverso.

Los géneros de mayor abundancia registrados fueron *Guzmania sp.* y *Tillandsia sp.* (Figura 3), *Guzmania sp.*, posee la particularidad que sus hojas forman una roseta, con una copa basal o tipo tanque que recoge el agua pluvial y nutrientes orgánicos. Mientras que las especies del género *Tillandsia sp.*, observadas en esta

zona son de tipo mesófilo, es decir, especies que se distribuyen en zonas húmedas en condiciones de semisombra y abundante precipitación, con las características que presentan tricomas que evitan la desecación y son poco tolerantes al aire seco (Monge, 1998).

A altitudes mayores, si bien la humedad puede mantenerse en niveles iguales o superiores al del cinturón altitudinal, la disminución de la temperatura pudiera ser el factor que limita la presencia de las especies epífitas que son susceptibles al frío (Benzing, 1990; Zotz, 2005). Esta condición posiblemente se presentó para el área de estudio en el punto de muestreo PB correspondiente al rango altitudinal bajo. En este punto, el género *Vriesea sp.* resultó con una mayor densidad; sin embargo, estas bromelias también poseen las características de tipo tanque.

Pittendrigh (1948), dividió a las bromeliáceas en tres grupos relacionados con sus necesidades de luz: plantas expuestas, de sol (medianamente expuestas) y tolerantes a la sombra. El autor propone que las plantas tolerantes a la sombra, en realidad no necesitan de la sombra, sino que requieren la alta humedad del sotobosque o estratos

inferiores del dosel. De esta forma, se pueden encontrar especies creciendo tanto en sitios sombreados, como en sitios con una alta exposición a la luz, como es el caso de *Guzmania monostachia* que puede tolerar tanto la sombra hasta una exposición del 60% del total de radiación solar incidente.

Por esta razón, la presencia de las bromeliáceas de tipo tanque observadas en ambos rangos altitudinales, probablemente está influenciada por la adaptabilidad de estas especies a lugares con alta precipitación y humedad en el PILA. Tal como se presenta en los estudios realizados por los autores Oliver (1930) y Schnell (1952), señalados por Méndez (1995), los cuales exponen que la distribución de las plantas epífitas está relacionada directamente con los factores ambientales climáticos, entre ellos la intensidad de la luz y el agua.

Otros autores como Sugden y Robins (1979) citados por Brown (1990), explican el patrón de distribución de epífitas recurriendo a factores múltiples como la temperatura, humedad, nubosidad y sustrato. Por su parte, los autores Grubb y Whitmore (1966) referidos por García, *et al.* (1987), atribuyen que dicha distribución

se debe a la duración y frecuencia de neblina en una determinada zona.

Densidad de bromeliáceas con relación al DAP

Según Romero *et al.* (2008), la distribución espacial de las epífitas se relaciona con las condiciones micro climáticas del hábitat y las características propias del forófito sobre el que crecen. Diferentes estudios reportan que algunos factores como la edad del hospedero, tipo y composición de la corteza, el tamaño y la forma de la copa y de las hojas, el diámetro, la posición e inclinación del tronco y de las ramas, son determinantes para el establecimiento y la abundancia de las poblaciones de epífitas (Hurtado, 2017).

Para el caso de estudio, la densidad de bromelias en los puntos PA y PB con relación al DAP de los árboles muestreados, se encontró que, en la composición del bosque en la parte alta, los árboles entre un DAP de 30 a 70 cm, presentaron una mayor densidad de bromelias. En comparación con la parte baja, los árboles con DAP entre 60 a 125 cm, la densidad de bromelias resultó menor. Aparentemente, la densidad de bromeliáceas varía con la

altura y la distribución de los individuos en cada uno de los árboles forófitos.

Ceja *et al.* (2008), menciona que las epífitas no siempre responden igual a un mismo patrón de condiciones, dando como resultado que zonas aparentemente similares tengan una riqueza distinta. En términos generales se ha observado que los árboles de crecimiento lento,

con una copa abierta y con cortezas estables y absorbentes resultan excelentes forófitos. Otro aspecto de suma importancia relacionado con la diversidad es la identidad del árbol forófito, ya que pueden tener variaciones de acuerdo con propiedades físicas (forma, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perenne o caducifolia) y riqueza de nutrientes de este (Granados *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

- El gradiente altitudinal no es un factor que influye en la densidad y riqueza de bromeliáceas.
- La diversidad de especies para ambos sitios fue baja, sin embargo, encontramos una mayor riqueza de especies a una altitud de 2191 m.s.n.m. que puede ubicarse entre los rangos de mayor riqueza de especies.
- El género más observado de bromeliácea fue *Guzmania sp.*, y de mayor abundancia de individuos fueron *Tillandsia sp.*, *Vriesea sp.*, y *Guzmania sp.*
- Se determinó que las características de los árboles muestreados con un diámetro entre 60 a 125 cm, albergan una menor cantidad de bromeliáceas, en relación con los árboles con un diámetro menor entre 30 a 70 cm, que albergan mayor cantidad de bromeliáceas.

AGRADECIMIENTOS

Quemos agradecer a los Dres. Manuel Cach del Colegio de la Frontera Sur de México, Edilia de la Rosa Manzano de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y a la Dra. Diana Gómez y MSc. Loraine Pérez de la Universidad Autónoma de Chiriquí por su colaboración y el conocimiento transmitido para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2004. Plan de Manejo del Parque Internacional La Amistad (PILA). (en línea). Disponible en: <https://docplayer.es/9835003-Plan-de-manejo-parque-internacional-la-amistad-autoridad-nacional-del-ambiente-corredor-biologico-mesoamericano-del-atlantico-panameno.html>
- Benzing, D. H. 1990. Vascular Epiphytes. New York: Cambridge University Press 353 pp.
- Benzing, D. H., & Bennett, B. (2000). *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press.
- Brown, A. D. 1990. El epifitismo en las selvas montañas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: Composición florística y patrón de distribución. *Revista de Biología Tropical*, 155-166.
- Cardelús, C. L., Colwell, R. K., & Watkins Jr, J. E. (2006). Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology*, 94(1), 144-156.
- Carvente, S. *et al.* 2007. (en línea). Diversidad y abundancia de bromelias epífitas en "El Punto" Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017001003661
- Ceja, R. *et al.* 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. (en línea). Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/viewFile/12162/11484>
- Colwell, R. K., Rahbek, C., & Gotelli, N. J. (2004). The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far?. *The American Naturalist*, 163(3), E1-E23.
- Corro, R. s.f. Agenda Ecológica. (en línea). Disponible en: <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/descarga.php?f=agenda%20ecologica5.pdf>
- García-Franco, J. G., & Peters, C. M. (1987). Patrón espacial y abundancia de *Tillandsia* spp. a través de un gradiente altitudinal en los altos de Chiapas, México. *Brenesia*, 27, 35-45.
- Granados, D. et a. 2003. Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 9(2), 101-111.
- Grytnes, J.A., & McCain, C.M. (2007). Elevational trends in biodiversity. *Encyclopedia of biodiversity*, 2, 1-8.
- Hurtado, H. 2017. Caracterización y distribución vertical de epífitas vasculares (orquídeas y bromelias) y hospederos en un ecosistema de selva en el sur del Perú. (en línea). Disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/3279/Hilber_Ariosto_Hurtado_Alza_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Kessler, M. (2000). Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant ecology*, 149(2), 181-193
- Kessler, M. (2001). Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity & Conservation*, 10(11), 1897-1921.

- Kessler, M., Herzog, S. K., Fjeldså, J., & Bach, K. (2001). Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity and land use in the Bolivian Andes. *Diversity and distributions*, 7(1-2), 61-77.
- Krömer, T., Kessler, M., Robert Gradstein, S., & Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography*, 32(10), 1799-1809.
- McCoy, E. D. (1990). The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, 313-322.
- Ministerio de Ambiente. 2017. Proyecto Sistemas de Producción Sostenible y Conservación de la Biodiversidad (SPSCB). (en línea). Disponible en: <http://produccionostenibleybiodiversidad.org/areas-protegidas/parque-internacional-la-amistad/>
- Mondragón-Chaparro, D., Villa-Gúzman, D. M., Escobedo-Sarti, G. J., & Franco-Méndez, A. D. (2006). La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 4(2), 13-16.
- Mondragón-Chaparro, D., Villa-Gúzman, D. M., Escobedo-Sarti, G. J., & Franco-Méndez, A. D. (2006). La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 4(2), 13-16.
- Monge, J. (1998). *El mundo de la naturaleza tropical*. EUNED.
- Mostacedo B, & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.
- Pittendrigh C.S. 1948. The bromeliad-anopheles-malaria complex in Trinidad. I-The bromeliad flora. *Evolution*2:58-89.
- R Core Team R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Sanders, N. J., & Rahbek, C. (2012). The patterns and causes of elevational diversity gradients. *Ecography*, 35(1), 1-3.
- Terborgh, J. (1977). Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology*, 58(5), 1007-1019.
- Wolf, J. H., & Alejandro, F. S. (2003). Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *Journal of Biogeography*, 30(11), 1689-1707.
- Zotz, G. (2005). Vascular epiphytes in the temperate zones—a review. *Plant Ecology*, 176(2), 173-183.

ANEXOS

Bromeliáceas epífitas en el sendero Panamá Verde (2191 m. s.n.m), Parque Internacional La Amistad.

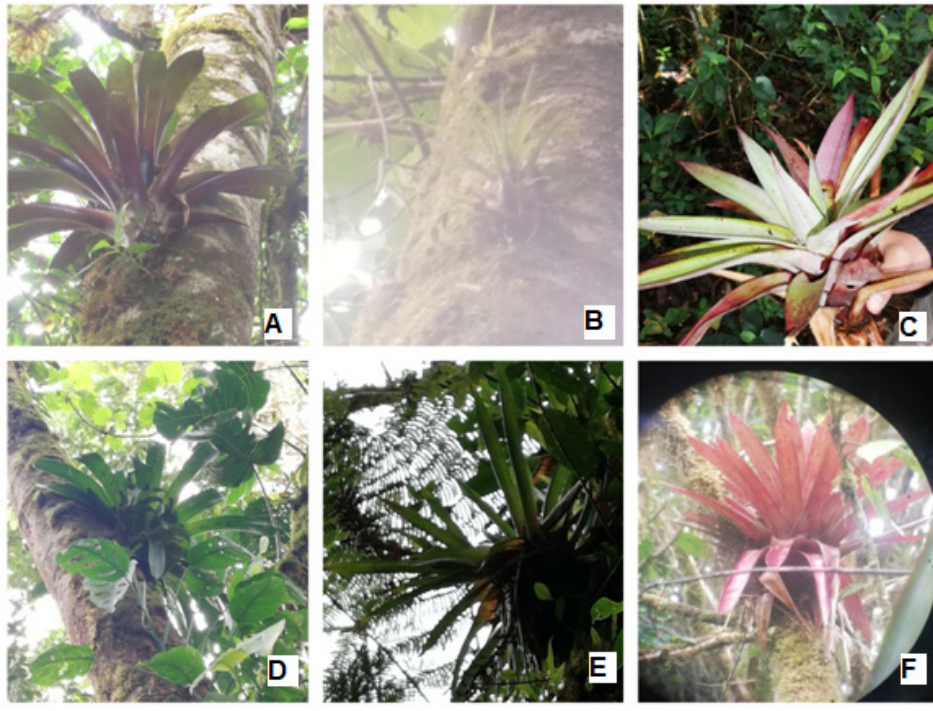


Figura 6. *Vriesea* sp.1 (A), Morfoespecie (B), *Guzmania* sp.3 (C), *Vriesea* sp.2 (D), *Vriesea* sp.3 (E), *Guzmania* sp. (F).

Bromeliáceas epífitas en el sendero La Cascada (2437 m.s.n.m), Parque Internacional La Amistad.

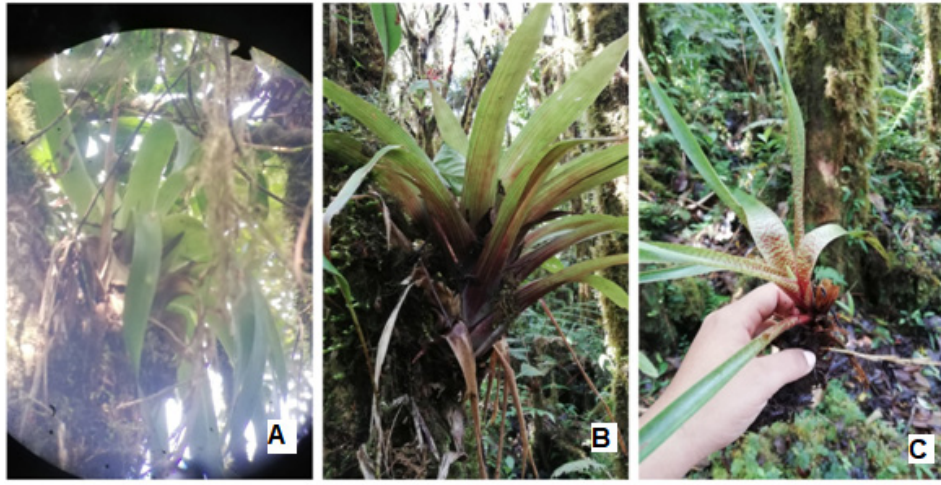


Figura 7. *Guzmania* sp.1 (A), *Tillandsia* sp. (B), *Werauhia nephrolepis* (C).

INFLUENCIA DE LA ELEVACIÓN EN LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS VASCULARES EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

**Nikelly Guerra Batista, Leila González,
Olmedo Morales & Jonathan González**

Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, David Chiriquí, Panamá. Seminario-Taller: Biología de epífitas, sus funciones y servicios ecosistémicos.

RESUMEN

Se sabe que la composición de especies epífitas es sensible a cambios en su entorno. En los bosques montanos las comunidades de epífitas pueden llegar a ser muy diversas y complejas en condiciones favorables. Los estudios realizados sobre epífitas vasculares consideran numerosas variables que pueden afectar la composición de las comunidades epífitas, como la ubicación geográfica, microclima local o grado de perturbación del hombre. Este estudio se realizó en dos bosques montanos a 2220 y 1500 m s.n.m. y un bosque húmedo tropical intervenido a 36 m s.n.m en el occidente de Panamá. En cada sitio de estudio se trazó un transecto

de 100 m de largo y se eligieron seis árboles maduros. Las categorías taxonómicas usadas, fueron epífitas de las familias Orquídeas, Bromeliáceas, Aráceas, el grupo de los Helechos y un grupo que anexaba todo lo demás (otras epífitas vasculares). Además, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los hospederos y factores microclimáticos como temperatura y humedad relativa. Se estimó la riqueza específica de las especies, los índices de diversidad de Shannon-Waener y el inverso de Simpson, la densidad de epífitas y adicionalmente se realizó un análisis de componentes principales (PCA). En total se registraron 169 especímenes que

corresponden a 99 especies distribuidas en cuatro grupos funcionales principales representando en total, siete especies de Orquídeas, nueve Bromeliáceas, 17 Aráceas, 34 Helechos y 32 en otras epífitas vasculares. Se encontró mayor diversidad de epífitas vasculares a elevaciones entre

los 1500 y 2200 m s.n.m. Estos datos, sugieren que la diversidad de epífitas vasculares es mayor en los bosques montanos versus los bosques húmedos tropicales.

Palabras claves: Diversidad, densidad, epífitas vasculares, microambiente, elevación, comunidades, hospederos.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad global (Barthlott *et al.* 1996). En particular, los bosques montanos tropicales, a pesar de ser áreas menos extensas que los bosques de tierra bajas, poseen rasgos distintivos de precipitación constante poco estacional y nubosidad durante casi todo el año que permiten que sean áreas de mayor diversidad que los bosques de tierras bajas (Bubb *et al.* 2004). En estos bosques el grupo de las plantas epífitas puede ser muy diverso (Catchpole & Kirkpatrick, 2010) y por ser dependiente de los árboles es más susceptible a los cambios que ocurren en un bosque (Krömer *et al.* 2014).

Los bosques ofrecen una variedad espacial que permiten que exista comunidades de epífitas variadas (Bader *et al.* 2000). Los patrones de diversidad que son estudiados comúnmente involucran grados de intervención o gradientes de precipitación, donde se comparan diversos tipos de paisajes (e.g. Barthlott *et al.* 2001, Einzmann & Zotz, 2016). Algunos estudios han reflejado una disminución de la diversidad de epífitas en cuanto al

aumento de intervención del bosque, mientras que otros no reflejan cambios entre tipos de intervención (e.g. Larrea & Wolf 2005).

Las epífitas incluyen a los briófitos, pteridofitas y angiospermas, cada una relacionada ecológicamente con el forófito. Los forófitos en los que se establecen las plantas epífitas son muy diversos, pero generalmente se encuentran en ambientes con una alta humedad atmosférica, lo cual puede explicar por la alta diversidad de los bosques húmedos tropicales con respecto a otros ecosistemas (Granados-Sánchez, 2003).

La diversidad y distribución de las plantas epífitas varía tanto horizontal como verticalmente; a nivel horizontal puede cambiar entre bosques y entre las especies de forófitos, mientras que su distribución vertical puede variar a diferentes alturas de un mismo árbol (ter Steege & Cornelissen, 1989). La distribución de las epífitas dentro de los bosques y dentro de un mismo forófito, está determinada por variables microclimáticas (humedad, temperatura y la intensidad lumínica), así como las

características mecánicas y biológicas de los forófitos (Hietz, 1997).

A pesar de que las raíces de las plantas epífitas no penetran los tejidos del forófito, compiten por recursos como agua y por mantener una alta densidad en un mismo hospedero, esto puede causar una sobrecarga y daños estructurales parciales o totales a las ramas (Granados-Sánchez, 2003). A pesar de esto, las epífitas, constituyen un elemento vital para los ciclos del agua, de nutrientes y como indicadoras de condiciones microclimáticas y cambios

en la composición de los bosques (Krömer *et al.*, 2014).

En este estudio se determinó la influencia del microclima y el DAP en la diversidad de epífitas por grupos funcionales en tres gradientes altitudinales. Además, se delimitó el factor climático que mejor explica el patrón de ocurrencia de las epífitas entre bosques por gradientes. Paralelamente, este estudio brinda un soporte sobre la distribución de grupos funcionales, que pueden servir para la toma de decisiones en planes de conservación de hábitats.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se realizó un estudio exploratorio en dos bosques montanos y un bosque intervenido del occidente de Panamá; en tres elevaciones. El gradiente a 2200 m s.n.m. (G1) presenta un bosque muy húmedo Montano, en el Parque Internacional la Amistad, en el distrito de Tierras Altas, el gradiente a 1500 m s.n.m. (G2) presenta un bosque húmedo premontano en Chorro Blanco, Boquerón y el último se localizó en un bosque húmedo tropical a 36 m s.n.m. en el Jardín botánico de la Universidad Autónoma de Chiriquí. Cada bosque presenta características particulares en su microambiente y tipo de vegetación (Tosí, 1971).

Diseño y recolección de datos

En cada nivel de elevación, se marcó un transecto de 100 m, en el que se

eligieron 6 árboles maduros. Utilizamos cinco categorías taxonómicas (Orquídeas (Orc), Bromeliaceas (Bro), Araceas (Ara), Helechos (Hel) y otros (que incluía todas las demás plantas vasculares epífitas) basándonos en los mayores grupos taxonómicos en los bosques húmedos tropicales y bosques templados (Zotz, 2016). Realizamos un conteo total de individuos por especies presentes en la segunda zona, basada en la clasificación de Johansson 1974 (Fig. 1). Adicionalmente a cada **árbol** se le midió el DAP, y se instalaron en cada transecto, medidores digitales (dataloggers temp/RH) marca Onset HOBO U23-001, para registrar los datos del microclima durante 48 horas (temperatura y humedad relativa (Cuadro 1).

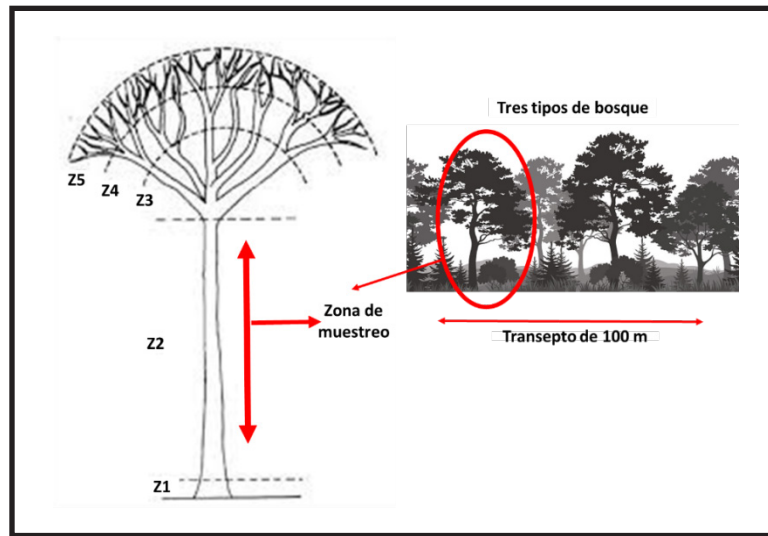


Figura 1. Diagrama de la zona de muestreo de las epífitas vasculares

Cuadro 1. Valores promedio de las condiciones ambientales del sitio por cada gradiente de elevación

Elevación (m s. n. m)	Temperatura (° C)	Humedad relativa porcentual	DAP (cm)
2200	14.45 ± 1.72	93.77 ± 3.13	40
1500	25.59 ± 1.39	74.79 ± 4.61	133
36	31.38 ± 1.80	70.06 ± 3.12	41

Análisis de datos

Se estimó la riqueza específica de las especies y se calculó la diversidad mediante los índices de diversidad de Shannon-Waener y el inverso de Simpson en cada elevación. También se estimó la densidad de epífitas dividiendo el número de individuos totales por la suma del

diámetro de todos los árboles en cada transecto, en los diferentes gradientes de elevación, y así obtener cuán diferente es la densidad de epífitas vasculares en los bosques estudiados. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA), que proporciona una interpretación significativa de cada componente basado en las variables que son más importantes,

para definir cada dimensión. Además, en el PCA se incluyeron las variables ambientales (Humedad relativa y Temperatura) y el DAP de los hospederos.

Los análisis se realizaron en el programa R utilizando el paquete vegan (Oksanen *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se registraron 169 especímenes, con un total de 99 especies distribuidas en cuatro grupos funcionales principales: siete especies de Orquídeas, nueve Bromeliáceas, 17 Aráceas, 34 Helechos y 32 epífitas agrupadas en el conjunto de

otras especies, (Fig. 2). Se registraron 46 especies (84 individuos \pm 1.19) en el G1, 44 especies (68 individuos \pm 1.04) en G2 y nueve especies en G3 (17 individuos \pm 0.73).

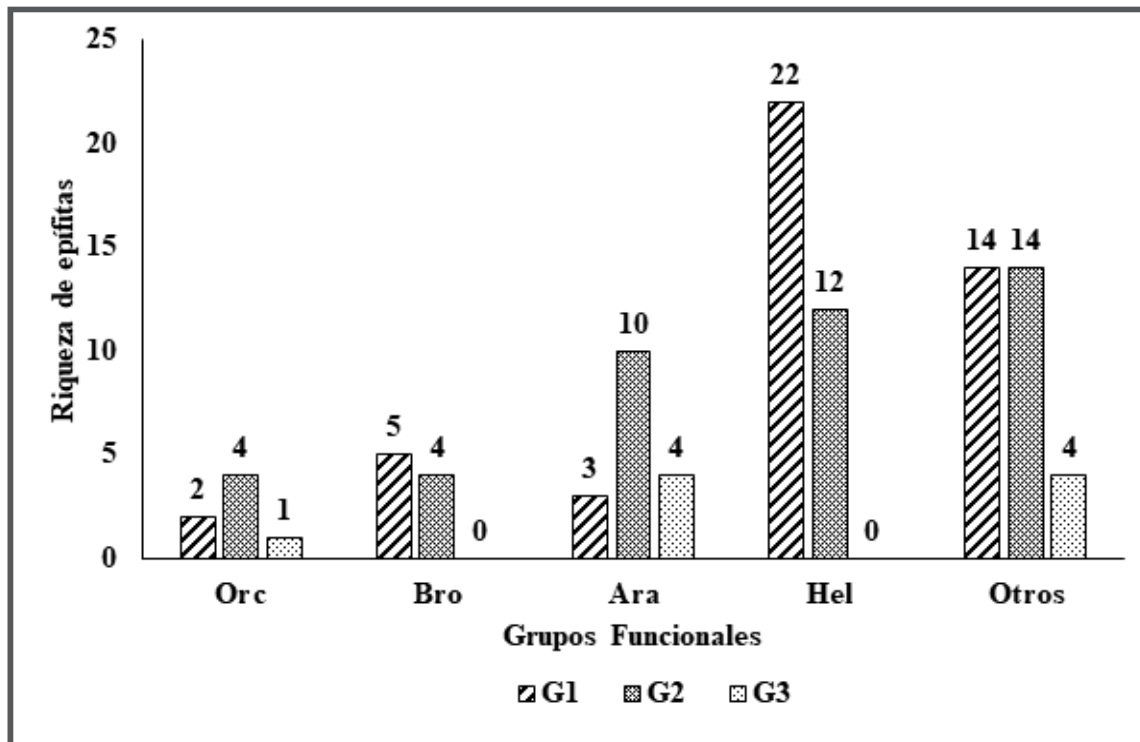


Figura 2. Riqueza de epífitas por grupo funcional en los diferentes gradientes de elevación (G1= 2200 m s.n.m., G2= 1500 m s.n.m., G3= 36 m s.n.m.).

Generalmente en los árboles maduros y grandes se pueden encontrar numerosas poblaciones de epífitas, debido que haya mayor superficie para colonización, además de las condiciones microclimáticas que le brinda el hospedero a las (Bartels, 2012). Probablemente una combinación de factores del clima, recursos disponibles y características estructurales y químicas de los árboles expliquen una mayor colonización de las epífitas (Zotz, 2016).

dos gradientes (Fig. 3). Esto indica que hay más individuos de epífitas por cada centímetro de diámetro en el G1, lo cual , podría deberse a que en el G1, el número de epífitas encontradas era mayor que el DAP de los árboles (84 epífitas en árboles con un DAP~40 cm), mientras que, en el G2, donde el DAP de los árboles fue mayor al *número de epífitas vasculares encontradas* (68 epífitas con un DAP ~ 133cm), mientras en el G3 presentó el

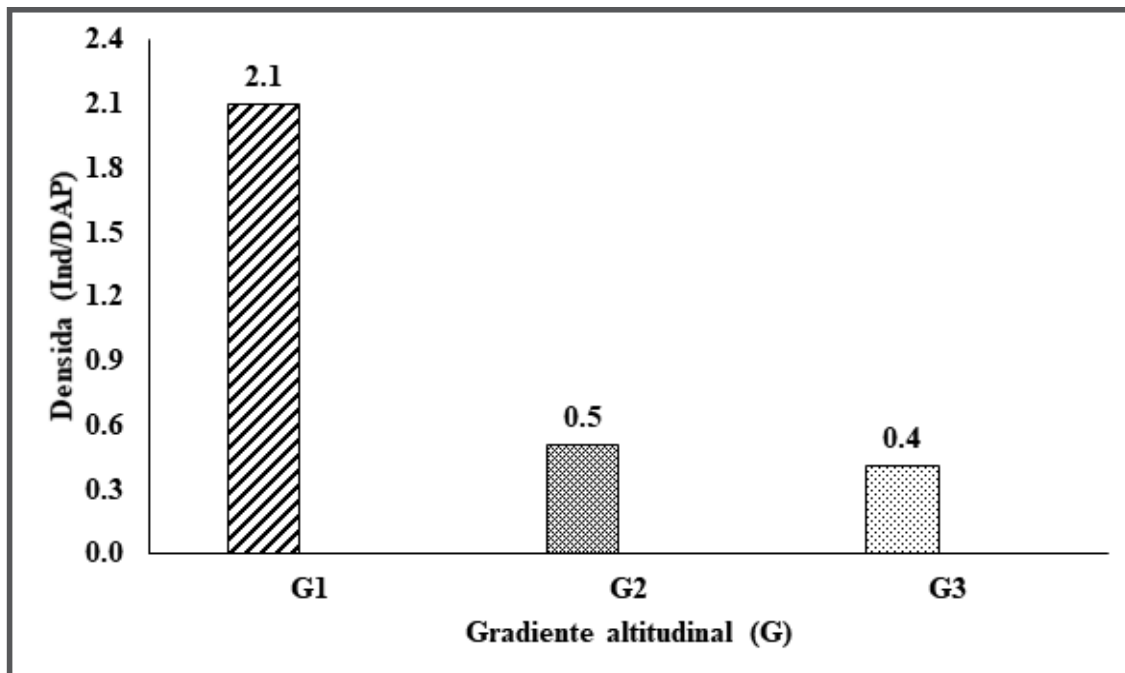


Figura 3. Densidad de epífitas en los diferentes gradientes de elevación (G1= 2200 m s.n.m., G2= 1500 m s.n.m., G1= 36 m s.n.m.).

La densidad con relación al diámetro total, fue mayor en el G1 que en los otros

menor número de epífitas en comparación con el DAP 17, con un DAP ~ 41cm).

Según Kricher (1997) Dietz, (2006) y Sanford (1969), la densidad de las epífitas incrementa positivamente a medida que aumenta la cantidad de precipitación. Théry, (2001), afirma que, los espectros de luz que reciben las epífitas son diferentes, y que, la intensidad lumínica cambia, a medida que las epífitas se encuentran en la parte más alta o baja del hospedero.

Los índices de diversidad muestran que el bosque muy húmedo montano y húmedo premontano, se encuentra la mayor diversidad de epífitas vasculares con base a los grupos funcionales registrados (Cuadro 2).

G1, G2 versus el G3 (Fig. 4 y 5). Estos resultados sugieren una similitud en la diversidad y composición entre los grupos G1 y G2, pero, diferencia con el G3, lo cual puede ser atribuidos a que G3 está en un parche de bosque húmedo tropical bajo, que ha sido muy impactada y modificado por la actividad humana. A pesar de la similitud entre G1 y G2, podemos observar una tendencia a mayor diversidad en G1, que relativamente es un bosque menos intervenido y más recuperado que G2, donde las presiones antropogénicas son mayores. Generalmente se ha sugerido que entre más intervenido sean los bosques, hay menos biodiversidad de epífitas, y

Cuadro 2. Diversidad de especies y grupos funcionales de epífitas vasculares en los tres gradientes de elevación, basado en los Índices de Shannon-Weaver e Inverso de Simpson.

Gradiente (unidades)	Shannon-Weaver		InvSimpson	
	Epífitas	Grupos funcionales	Epífitas	Grupos funcionales
G1 2200	3.67	1.27	33.28	2.94
G2 1500	3.61	1.49	30.42	4.10
G3 36	1.92	0.96	5.25	2.45

Se encontraron diferencias entre la diversidad, y composición de grupos funcionales de epífitas vasculares en los

una composición menos dispersa que los bosques primarios. Esto podría indicar que los bosques secundarios les toma mucho

tiempo recuperarse físicamente para poder albergar una colonización masiva por parte de las epífitas (Rosbotham, 2014). Aunque se ha reportado que la diversidad de grupos funcionales de epífitas vasculares, como la densidad, aumenta en una relación positiva con la elevación

(Rosbotham, 2014), probablemente, se debe contemplar un bosque húmedo tropical bajo, que mantenga un porcentaje alto de conservación, para hacer más equitativa la comparación por gradiente altitudinales.

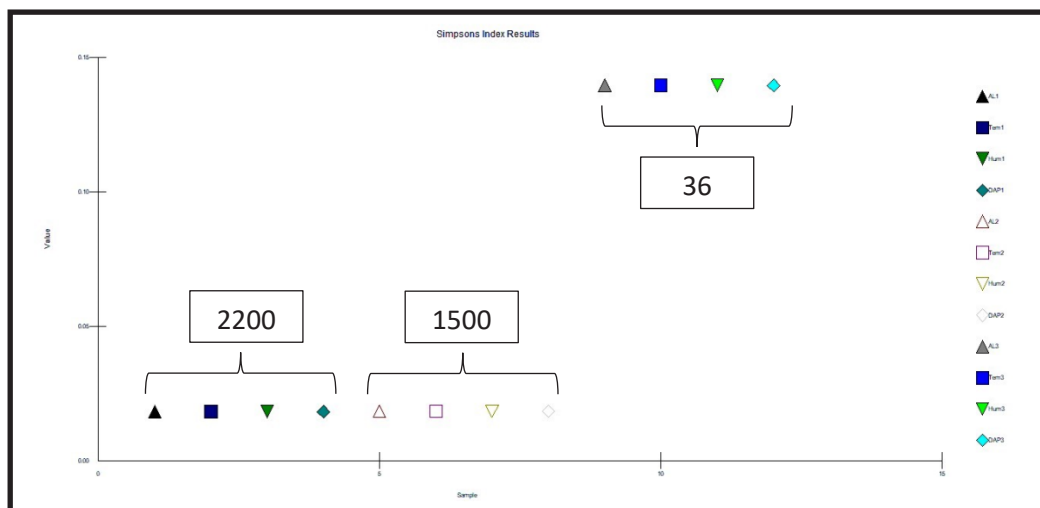


Figura 4. Índice de diversidad de Simpson para tres gradientes de elevación (éste índice trabaja con riqueza y equitatividad).

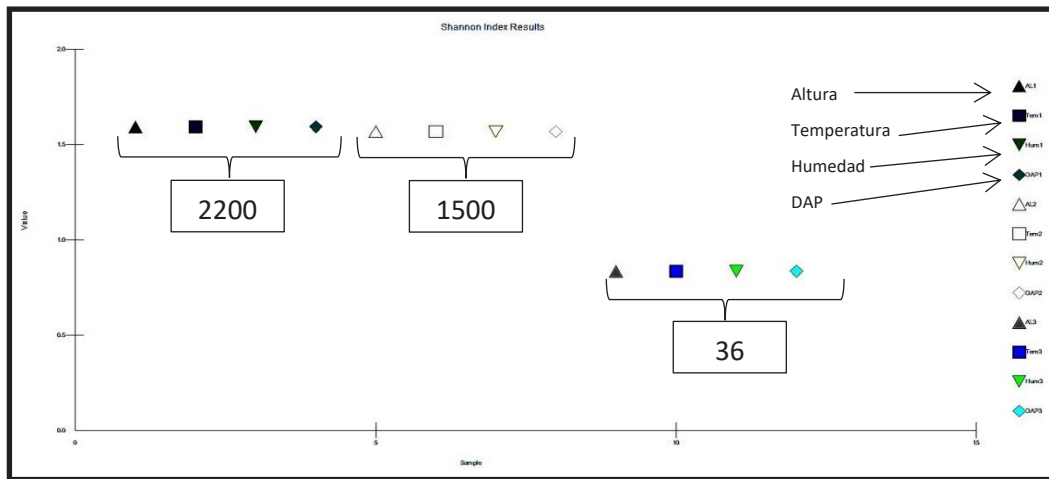


Figura 5. Índice de diversidad de Shannon para tres gradientes de elevación (éste índice trabaja con probabilidad).

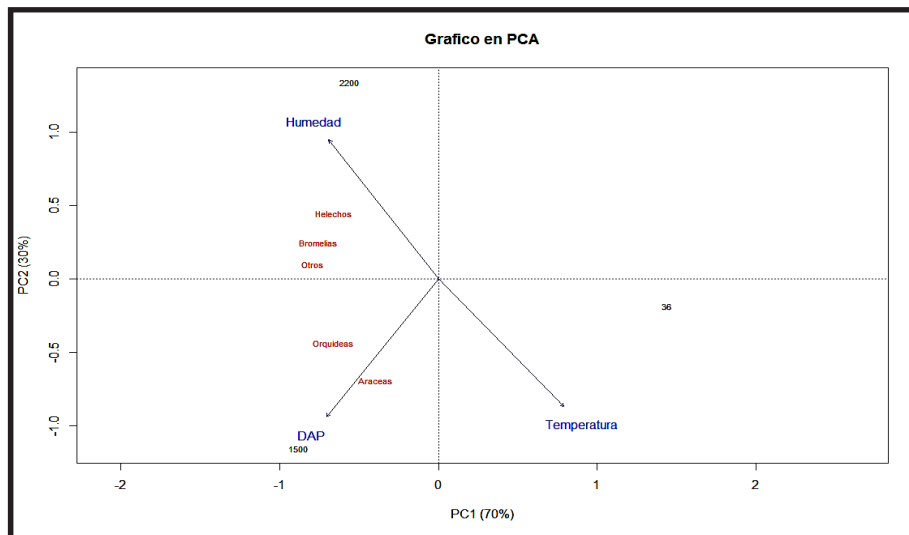


Figura 6. Porcentaje de contribución de las variables (DAP, Temperatura, Humedad) de los diferentes grupos funcionales en cada elevación (varianza explicada por los dos componentes 100%).

El ordenamiento (PCA) basado en los factores ambientales, el DAP y el gradiente de elevación, nos indica que en el primer componente las Orquídeas y las Aráceas prefieren baja humedad y temperaturas medias y arboles con un DAP mayor y a un gradiente de elevación de 1500 m.s.n.m., mientras que en el segundo componente agrupa nos indica que los helechos y las Bromelias prefieren humedad alta con temperatura baja a los 2 200 m s.n.m y también agrupo cierto grupos de epífitas vasculares que nos es bien explicada ya que este grupo es muy variados (Fig.6).

El análisis de PCA mostró que, a mayor elevación, humedad alta y a menor temperatura se encontró más grupos funcionales, y a menor elevación, humedad baja y mayor temperatura se encontró menos grupos funcionales. De manera que si tomamos en cuenta el grado de intervención del hombre en estos tres ecosistemas no podríamos considerar este resultado como la mera distribución de las plantas epífitas, debido a que a los 2200 m s.n.m. hay menor intervención del hombre y a los 36 m s.n.m. es un bosque intervenido o un bosque secundario.

CONCLUSIONES

Según el índice de Shannon y Simpson la mayor diversidad de epífitas vasculares se encuentra a 2200 m s.n.m, mientras que a 1500 m s.n.m. se encuentra la mayor diversidad de grupos funcionales.

El grupo funcional de los helechos es el más diverso a 2200 m s.n.m. debido a la gran humedad que conserva el bosque.

Las orquídeas y aráceas se encuentran distribuidas en todos los gradientes de elevación.

Las orquídeas presentan la menor riqueza de especies en comparación al resto de los grupos funcionales.

Aunque el método de estudio sólo logró captar una muestra muy pequeña de la diversidad epífita del bosque montano, se pudo observar cómo su composición florística puede variar geográficamente y en menor medida de acuerdo con la existencia de perturbación en el bosque.

La relación entre la diversidad de epífitas vasculares, el hospedero y la diversidad de microclimas son más complejas de lo que se podría esperar, por lo que sería necesario estudiar otros factores que condicionan la biodiversidad.

RECOMENDACIONES

Rrealizar estudios a bosques intervenido a los 2200, 1500 y elevaciones de 50 m s.n.m. e igual para bosques no intervenido. De esta manera se podría concluir con más veracidad los resultados arrojados por los estudios para tomar en cuenta un escenario de cambio climático y desarrollo sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo el Herbario UCH, al encargado del Parque Internacional La Amistad (PILA) por permitirnos el desarrollo de este estudio en sus bosques. A doctores Dr. Manuel Jesús Cach-Pérez por tan valiosos conocimientos en el uso del SOFTWARE R Studio, a la Dra. Edilia de la Rosa Manzano por sus conocimientos en epífitas vasculares, por último, a la Dra. Diana Gómez por preparar el seminario-taller y a todos los guías y estudiantes que participaron en el taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bader, M., Van Dunne, H. J. F., & Stuiver, H. J. (2000). Epiphyte distribution in a secondary cloud forest vegetation; a case study of the application of GIS in epiphyte ecology. *Ecotropica*.
- Bartels, Samuel F., y Han Y. H. Chen. (2012). Mechanisms regulating epiphytic plant diversity. En *Critical Reviews in Plant Sciences*. 31, 391-400.
- Barthlott, W., Lauer, W., & Placke, A. (1996). Global distribution of species diversity in vascular plants: Towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde*, 50, 317–327. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.1996.04.03>
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., & Engwald, S. (2001). Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology*, 152, 145–156. <https://doi.org/10.1023/A:1011483901452>
- Bubb, P., May, I., Miles, L., & Sayer, J. (2004). *Cloud forest agenda*. Agenda. Cambridge, UK: Swaingrove Imaging. Recuperado a partir de <http://sea-swift.unep->
- Catchpole, D. J., & Kirkpatrick, J. B. (2010). The outstandingly speciose epiphytic flora of a single strangler fig (*Ficus crassiuscula*) in a Peruvian montane cloud forest. En L. A. Bruijnzeel, F. N. Scatena, & L. S. Hamilton (Eds.), *Tropical montane cloud forests: science for conservation and management* (Cambridge, pp. 142–146). New, York.
- Dietz, J., Hölscher, D., & Leuschner, C. (2006). Rainfall partitioning in relation to forest structure in differently managed montane forest stands in Central Sulawesi, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 237(1), 170-178.
- Einzmann, H. J. R., & Zotz, G. (2016). How diverse are epiphyte assemblages in plantations and secondary forests in tropical lowlands? *Tropical Conservation Science*, 9, 629–647.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. Á., & Sánchez-González, A. (2003). *Ecología de las plantas epífitas*. Revista Chapingo. Serie

- ciencias forestales y del ambiente, 9(2), 101-111.
- Hietz, P. (1997). Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. *Journal of Ecology*, 767-775.
- Kricher, John. 1997. *A Neotropical Companion: An Introduction to the Animals, Plants, & Ecosystems of the New World Tropics*. Princeton University Press: Princeton, NJ.
- Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*, 605-623.
- Larrea, M. L., & Werner, F. A. (2010). Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management*, 260, 1950–1955. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.029>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., & Wagner, H. (2016). *vegan: community ecology package*. R package version 2.0 – 7. 2013.
- Rosbotham, R. (2014). "La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador". *Independent Study Project (ISP) Collection*. 1862.
- Steege, H. T., & Cornelissen, J. H. C. (1989). Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica*, 331-339.
- Sanford, W. W. (1969). The distribution of epiphytic orchids in Nigeria in relation to each other and to geographic location and climate, type of vegetation and tree species. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1(3), 247-285.
- Théry, M. (2001). Forest light and its influence on habitat selection. En *Tropical Forest Canopies: Ecology and Management* 251-261 pp. Springer Netherlands.
- Tosí, J. A. (1971). *Inventariación y Demostraciones Forestales, Panamá: Zonas de Vida Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Roma*. 123 pp.
- Wolf, J. H. D. (2005). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance

of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 212, 376–393. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.027>.

Zotz, G. (2016). *Plants on plants: the biology of vascular epiphytes*. Berlin: Springer.

CAMBIO EN LA COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE EPÍFITAS EN LA PRIMERA Y SEGUNDA ZONA DE JOHANSSON EN TRES SENDEROS DEL PARQUE INTERNACIONAL LA AMISTAD, CHIRIQUÍ, PANAMÁ

Gloria Rodríguez¹, Melanie Morales² & Georgina Guerra¹

Ministerio de Educación.

Universidad Autónoma de Chiriquí.

RESUMEN

Las epífitas son componentes vitales de los bosques nubosos y premontano del neotrópico, viven en los troncos y ramas de los árboles ya que de este modo les es favorable la captación de la luz solar. Se evaluó el cambio en la composición de las comunidades de epífitas por grupos funcionales en tres senderos del Parque Internacional La Amistad, comparando la distribución por zonas y altura. Se evaluaron tres árboles por senderos tomando en cuenta su distribución vertical en zonas de Johansson. Se encontraron 126 plantas epífitas entre la primera y segunda zona, según el análisis NMDS los grupos funcionales Orchidaceae, Bromeliaceae y líquenes se encuentran más relacionados a la

segunda zona de Johansson en elevadas alturas, los Briofitos, Helechos, Araceae, Commelinaceae, y Rubiaceae relacionados a la primera zona de Johansson en menor altura, también se evaluaron la similitud de los árboles utilizando el índice de Chao resultando los árboles ocho y uno con mayor similitud, seguido de los árboles dos y tres. Se comprobó que existe un cambio entre las comunidades de epífitas en la primera y segunda zona de Johansson de los árboles estudiados y que las condiciones y las características del hospedero explican esta diferencia.

PALABRAS CLAVES: Epífitas, diversidad, composición, PILA.

INTRODUCCIÓN

El Parque Internacional La Amistad es un área protegida binacional ubicada en el centro de la Cordillera de Talamanca, con un 88 % del área en la Vertiente Caribe y un 12 % en la Vertiente Pacífica, el cual presenta una franja que corresponde a bosques montanos (SINAC, 2012). Los bosques montanos presentan características de humedad y temperaturas variables con montañas y pendientes pronunciadas, siendo zonas muy ricas en biodiversidad y endemismo (Chaverri Polini, 1998). Sin embargo, en la actualidad son múltiples las amenazas que presentan principalmente por la reducción y fragmentación de los bosques, para la conversión a tierras de pastoreo, cultivos agrícolas o por el turismo descontrolado, provocando la migración o extinción de las diferentes especies, (Bruijnzeel & Hamilton, 2000). Por sus zonas apartadas y otros factores no cuentan con controles para evitar estos problemas. Sin embargo, ha aumentado el interés por realizar estudios e investigaciones sobre la diversidad, la ecología y conservación de estos bosques (Kessler & Kluge, 2008).

Estos bosques albergan gran diversidad de plantas epífitas, las cuales se

mantienen sobre los árboles durante todo el año y participan en el ciclo hidrológico y en los ciclos de nutrientes, teniendo un papel fundamental en la dinámica de las comunidades (Ceja Romero et al., 2008). Además, estas plantas realizan funciones ecosistémicas relevantes debido a su estratificación vertical desde los troncos hasta las ramas del dosel como ofrecer gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por los animales e incrementar la biodiversidad del ecosistema (Cruz Angon & Greenberg, 2005).

Las plantas epífitas representan alrededor de 10 % de la diversidad vegetal en el mundo, estimándose que hay entre 65 y 84 familias con 850 o 896 géneros que se agrupan en 23466 a 29505 especies de plantas vasculares con esta forma de vida. Dentro de las angiospermas, son las monocotiledóneas las que cuentan con la más alta representación de epífitas, principalmente las familias Orchidaceae, Bromeliaceae y Araceae (Gentry & Dodson, 1987). Se escogieron tres sitios diferentes tomando en cuenta sus variaciones en características, principalmente de tipo de

bosque (primario y secundario) y factores como la elevación. En este proyecto se evaluó el cambio en la composición de las comunidades de epífitas por grupos

funcionales en la primera y segunda zona de Johansson en tres senderos del Parque Internacional La Amistad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Chiriquí ubicada al occidente de la República de Panamá, específicamente en el Parque Internacional La Amistad, donde la mayor parte del territorio corresponde a bosques perennifolios latifoliados (ANAM, 2004). Se evaluaron tres cuadrantes en tres senderos ubicados dentro del parque,

el primero ubicado a $8^{\circ} 53' 34''$ N y $82^{\circ} 36' 50''$ W a una altura de 2 170 m s.n.m. conocido como el Sendero Panamá Verde, el segundo sendero ubicado a $08^{\circ} 53' 34''$ N, $82^{\circ} 36' 58''$ W a una altitud de 2 190 m s.n.m. llamado Sendero El Retoño y el tercer sendero ubicado a $8^{\circ} 53' 60''$ N y $82^{\circ} 37' 11''$ W con una altitud de 2 430 m s.n.m. llamado el Sendero La Cascada (Fig. 1.).

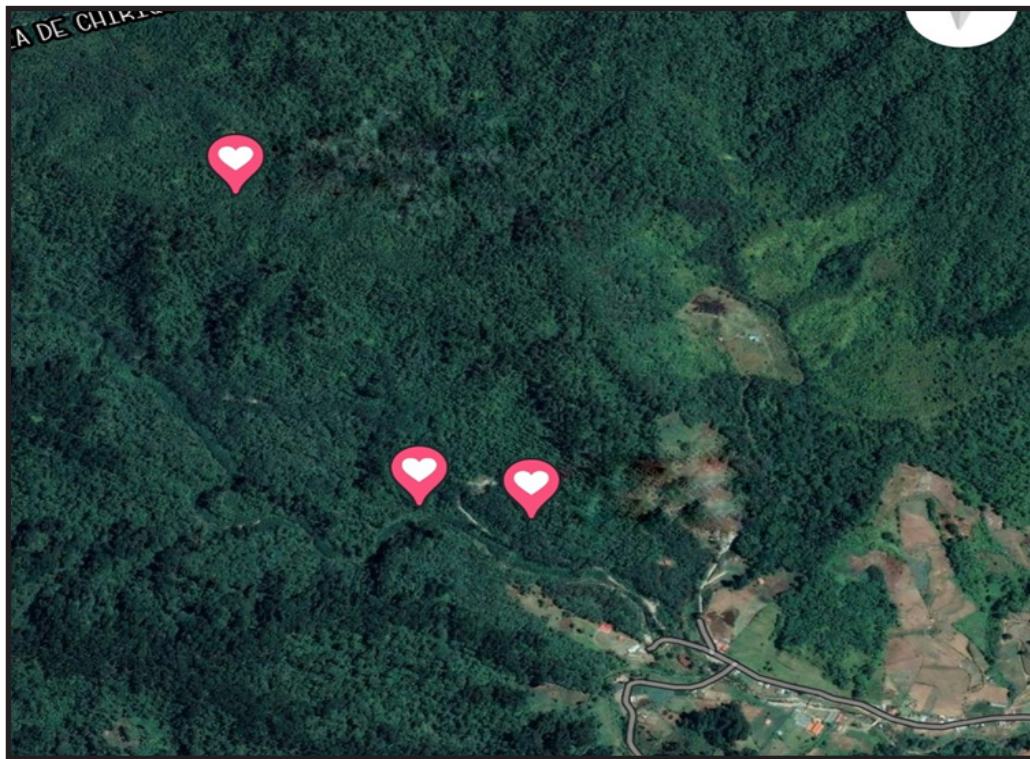


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo en los senderos del Parque Internacional La Amistad, Cerro Punta; Chiriquí (Tomado de: Google Earth, 2020).

Diseño y recolección de datos

Se tomaron en cuenta tres senderos dentro del Parque Internacional La Amistad, en cada sendero se delimitó un cuadrante de 10 x 10 m con una cinta métrica, donde se seleccionaron tres árboles en base a dos criterios, que tuviesen un diámetro a la altura de pecho (DAP) de más de 10 cm y con cubierta de epífitas. Posteriormente, se identificó la especie del árbol en los casos posibles y se identificaron los grupos funcionales de epífitas presentes en la primera y segunda zona de Johansson (específicamente, a una altura de 1.3 m del árbol hasta la base de la primeras ramas). El periodo de muestreo se llevó a cabo los días 3 y 4 de febrero de 2020.

Análisis de datos

Se evaluó la diversidad de especies epífitas con los índices de Simpson y Shannon Weaver, y se utilizó el índice de Chao para evaluar la similitud entre zonas de los árboles. Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) para tratar de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre la composición de grupos funcionales de epífitas en las dos zonas de los árboles muestreados, para lo cual se utilizó la distancia Bray-Curtis y 999 permutaciones de Monte Carlo.

RESULTADOS

Cuadro 1. Índices de biodiversidad de Shannon Weaver y de Simpson por zona del árbol en el Parque Internacional La Amistad, Cerro Punta, Chiriquí, Panamá.

Árbol/Zona	Shannon	Simpson
A3Z1	1.9730	6.2500
A4Z1	1.9061	6.4000
A5Z1	1.6769	4.7647

En el cuadro 1 se observa los índices de diversidad de Shannon y Simpson por zona del árbol. Los datos obtenidos en el índice de diversidad de Shannon son inferiores de 2 y los del índice de Simpson son superiores a 4, lo que nos indica que existe una baja diversidad; es decir, los árboles muestreados no presentan mucha diversidad.

El índice de Chao mostró que las zonas más parecidas entre sí son la Zona 2 del árbol 8, ubicado en el sendero La Cascada, con la Zona 2 del árbol 1, ubicado en el Sendero Panamá Verde con un valor de 1.000; seguidas de la zona 2 del árbol 3, con la Zona 2 del árbol 2 con un valor de 0.8832, ambos árboles ubicados en el Sendero Panamá Verde.

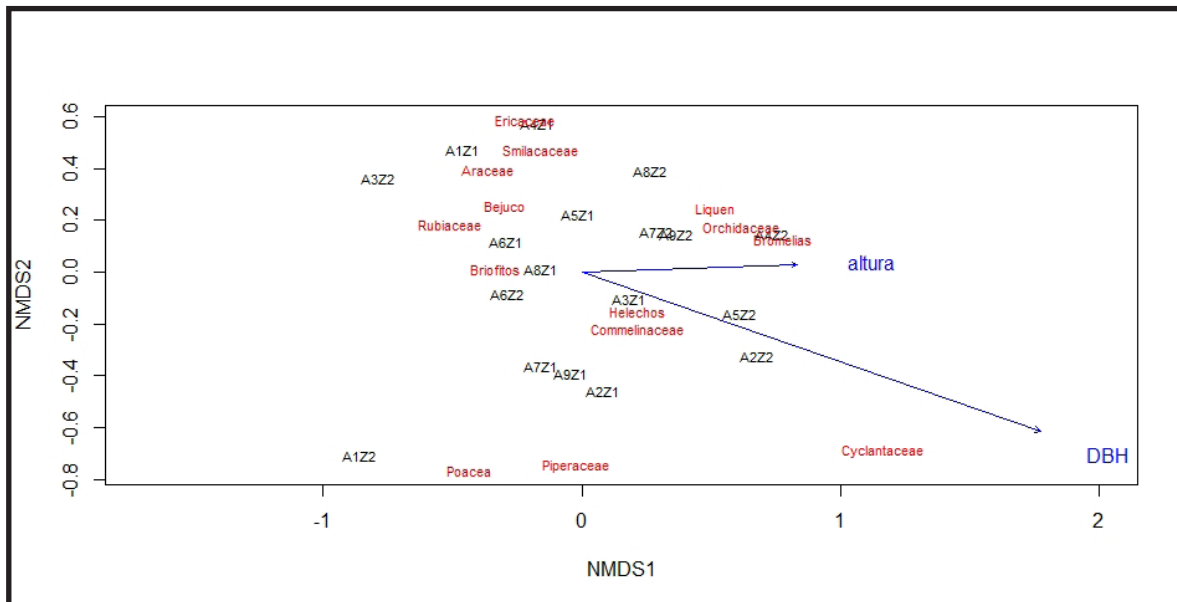


Figura 2. Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) que muestra el ordenamiento de los grupos funcionales de epífitas según su similitud en el Parque Internacional La Amistad, Cerro Punta, Chiriquí, Panamá.

El análisis NMDS señaló el ordenamiento entre las comunidades de epífitas relacionadas con la altura del sendero y el DAP de los árboles. En este ordenamiento de las comunidades se muestra que los grupos funcionales de líquenes, Orchidaceae y Bromelias están determinadas por alturas elevadas y se

encuentran relacionados con la segunda zona de Johansson, los Briofitos Helechos, Commelinaceae, Rubiaceae y Araceae están relacionados a la primera zona de Johansson en menor altura. Mientras que los grupos de helechos, Commelinaceae y Cyclantaceae se explican con relación al DAP.

DISCUSIÓN

La diversidad de epífitas encontradas en los estratos uno y dos de los árboles del PILA presentaron una diversidad baja lo que puede estar relacionado con la diversidad de forófitos presentes en los sitios de muestreo, provocando menor heterogeneidad de microhábitats para las diferentes especies (Rojas & Sánchez, 2015). Además, algunos estudios indican que existe cierto patrón en el que las especies de epífitas vasculares presentan una curva en forma marcada en la que se observa mayor diversidad a altitudes intermedias, alrededor de los 1 600 m s.n.m. (Krömer et al, 2007).

La mayor diversidad de epífitas en la zona 1 y la mayor similitud entre las zonas 2 de algunos árboles puede estar relacionada con la disminución de epífitas vasculares con el aumento de la altura del forófito, como ha sido registrado en estudios como los de Gentry & Dodson (1987), Benzing (1990), Krömer et al. (2007) y Kessler & Kluge. (2008), en los que se indica que las epífitas dependen de las condiciones de humedad, temperatura y sombra; y estas condiciones son más propicias en las zonas más bajas de árbol (Woda, et al 2006).

Los resultados del NMDS nos indican que la altura del sitio y el DAP del hospedero provocan un ordenamiento de las comunidades de epífitas vasculares, que se observa en diferentes grupos según la zona del árbol en que fueron encontrados. En cuanto a la altura del lugar muestreado tiene una influencia sobre el ordenamiento de las comunidades de epífitas, las cuales encuentran las mejores condiciones ambientales en las partes más altas (Ding et al, 2016). Estas condiciones incluyen una menor temperatura y una mayor nubosidad, evitando la evapotranspiración y por ende permitiendo que las especies puedan establecerse y mantenerse en estos sitios (Acharya et al, 2011). La presencia de especies como helechos y briofitos en la zona 1 que permite el establecimiento de otras epífitas también influye en el ordenamiento de las comunidades de acuerdo con la altura del sitio (Jiménez, 2016). Respecto al DAP se conoce que un mayor diámetro va a permitir un área mayor para el establecimiento de las diferentes epífitas, con nichos y microclimas más favorables para su colonización (Krömer, et al 2007).

CONCLUSIONES

- Se comprobó que existe un cambio en la composición de las comunidades de epífitas de las zonas 1 y 2 de Johansson de los árboles estudiados. Dos de los tres grupos con mayor número de especies epífitas (Bromeliaceae y Orchidaceae) están asociados a la zona dos de Johansson y a mayor altura.
- Según el índice de Shannon y Simpson se encuentra mayor diversidad y riqueza a 2 190 m s.n.m., sin embargo la diversidad de epífitas de los árboles muestreados es baja.
- La altura del sitio de muestreo y el DAP provocan el ordenamiento de las comunidades de epífitas vasculares. Los parámetros ambientales y las características del hospedero pueden explicar la diferencia que existe entre las comunidades de epífitas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acharya, K. P. Vetaas, O. R., & H.J.B. Birks. (2011). Orchid species richness along Himalayan elevational gradients. *Journal Biogeography* 38: 1821-1833.
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2004). Plan de Manejo del Parque Internacional La Amistad, Provincias de Bocas del Toro y Chiriquí. Elaborado por el Consorcio Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza Consultores Ecológicos Panameños, S.A.
- Benzing D. H. 1990. *Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota*. Cambridge University Press. Nueva York.
- Bruijnzeel, L.A. & L.S. Hamilton (2000). Decision time for cloud forests. IHP Humid Tropics Programme Series. Paris, Francia. UNESCO, 13: 1-40.
- Chaverri Polini, A. (1998). Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 49 (195) Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/w9300s/w9300s09.htm>.
- Cruz Angón, A. & R. Greenberg (2005) Are epiphytes important for birds in coffee plantations?. An experimental assessment. *Journal if Applied Ecology*, 42: 150-159.
- Ding, Y., Liu, G., Zang, R., Zhang, J., Lu, X., & J. Huang. (2016). Distribution of vascular epiphytes along a tropical elevational gradient: disentangling abiotic and biotic determinants. *Scientific Reports*, 6: 19706.
- Gentry, A. H. & C.H. Dodson. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annal Missouri Botanical Garden*, 74: 205-233.
- Google Earth.(2020).Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. **(En Línea). Recuperado el: 15** de febrero de 2020 de: <https://www.google.com/earth/>
- Jiménez, D. (2016). Determinantes ambientales en la riqueza de epífitas vasculares en gradiente altitudinal en Sierra Madre de Chiapas. Recuperado el: 15 de febrero de 2020 de: <https://www.researchgate.net/publication/304475072>

- Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forests. *Acta Phytogeografica Suecica*, 59: 1-129.
- Kessler, M. & J. Kluge. (2008). Diversity and endemism in tropical montane forests - from patterns to processes. En Gradstein, S. R., Homeier, J. y Gansert, D. (Eds.), *The Tropical Mountain Forest: Biodiversity and Ecology Series*, 2: 35-40. Göttingen, Alemania: Universitätsverlag Göttingen.
- Krömer, T., Gradstein, S. R. & A. Acebey. (2007) Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montañosos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 42 (1): 23-33.
- Oksanen, J., Blanchet, F., Kindt, R. P. Legendre, P. R. Minchin, R.B. O'hara, G.I. Simpson, P. Solymos, M.H. Stevens & H. Wagner. (2013). Package 'Vegan'. *Community Ecology Package*: 2.
- Rojas, C. & L. Sánchez. (2015). Estructura especial de epífitas vasculares en dos localidades de Bosque Altoandino de Pamplona, Colombia. *Caldasia* 37 (1): 15-30.
- SINAC. (2012). Plan de Manejo Parque Internacional La Amistad. San José, Costa Rica (En línea). Recuperado el: 15 de febrero de 2020 de <http://www.sinac.go.cr/ES/planmanejo/Plan%20Manejo%20ACLAC/Parque%20Internacional%20La%20Amistad.pdf>
- Woda, C., Huber A. & A. Dohrenbusch. (2006). Vegetación epífita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. *Bosque*, 27(3): 231-240.

