

## Distribución vertical de bromelias e invertebrados asociados en el bosque semideciduo de Guanahacabibes, Cuba

### Vertical distribution of bromeliads and associated invertebrates in the semideciduous forest of Guanahacabibes, Cuba

Omar Falero Álvarez  <https://orcid.org/0000-0002-8876-3592>

Jorge Ferro Díaz  <https://orcid.org/0000-0001-8101-7442>

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, Dirección: Km 2 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Carretera a Luis Lazo, Pinar del Río, Cuba. E-mails: [omar@ecovida.cu](mailto:omar@ecovida.cu) y [jferro@ecovida.cu](mailto:jferro@ecovida.cu)

Fecha de recepción: 20 de mayo de 2021      Fecha de aceptación: 20 de agosto de 2021

**RESUMEN.** En Cuba existen pocos estudios sobre la interacción entre fauna invertebrada y bromelias de tanque, tampoco abundan estudios que relacionen el efecto que tiene la distribución en el forofito de las bromelias sobre la riqueza y abundancia de invertebrados asociados. El presente estudio estuvo motivado por los vacíos de información existentes en el Plan de Manejo del Parque Nacional Guanahacabibes respecto a la abundancia y riqueza de invertebrados existentes en esta importante área del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba. Fueron determinados los valores de riqueza y abundancia de fauna invertebrada asociada a tres especies de bromelias de tanque presentes en esta zona, para cuatro rangos de altura establecidos. La toma de datos se realizó durante los años 2017-2018 en los dos períodos pluviométricos del año. Se recolectaron un total de 180 bromelias, a razón de 15 individuos por cada especie, se tomaron datos generales de cada bromelia y su forofito. Fueron registrados 2185 individuos de invertebrados, pertenecientes a 34 morfoespecies y 12 órdenes diferentes. El estadístico de Friedman demostró que fueron significativamente diferentes las abundancias observadas entre los cuatro rangos de alturas ( $\chi^2 = 16,752$ ;  $p = 0,001$ ). Los resultados obtenidos sostienen el criterio que en las alturas intermedias de los forofitos suceden los mayores valores de riqueza y abundancia de invertebrados, además que *Tillandsia utriculata* L., puede considerarse como especie clave para la gestión de la conservación en el área.

**Palabras clave:** Bromeliaceae; Ensamblajes de fauna invertebrada; fitotelmatas; Parque Nacional Guanahacabibes; relación epífita-forofito.

**ABSTRACT.** In Cuba there are few studies on the interaction between invertebrate fauna and tank bromeliads, there are not many studies that relate the effect that the distribution in the bromeliad phorophyte has on the richness and abundance of associated invertebrates. This study was motivated by the information gaps in the Guanahacabibes National Park Management Plan regarding the abundance and richness of invertebrates existing in this important area of the National System of Protected Areas of Cuba. The richness and abundance of invertebrate fauna associated with three species of tank bromeliads present in this area were determined, for four established ranges of height. The data collection was carried out during the years 2017-2018 in the two rainfall periods of the year. A total of 180 bromeliads were collected, at a rate of 15 individuals for each species, general data was taken from each bromeliad and its phorophyte. 2185 invertebrates individuals were registered, belonging to 34 morphospecies and 12 different orders. The Friedman statistic showed that the abundances observed among the four ranges of

heights were significantly different ( $\chi^2 = 16,752$ ;  $p = 0,001$ ). The results obtained support the criterion that the highest values of richness and abundance of invertebrates occur in the intermediate heights of the phorophytes, in addition that *Tillandsia utriculata* L., can be considered as a key species for the management of conservation in the area.

**Keywords:** fitotelmatas; invertebrate fauna assemblies; Guanahacabibes National Park; Bromeliaceae; epiphyte-forophyte relationship.

## INTRODUCCIÓN

Cuba cuenta con las mayores extensiones de Bosques Tropicales Secos en el área del Caribe (Miles *et al.*, 2006), los que mayormente se distribuye en tres grandes núcleos asociados a zonas de basamento cárstico: Península de Guanahacabibes, Península de Zapata y Sur de la Isla de la Juventud (Roig, 2011). En Guanahacabibes, Delgado y Ferro (2013) clasificaron esta formación vegetal como bosque medio semideciduo notófilo. En la flora de esta península el 6% de todas las plantas inventariadas hasta el presente poseen el hábito epifítico, mientras que en particular en el bosque semideciduo estas representan el 10,8% del total (Delgado *et al.*, 2018). La lista que aportan estos autores identifica 12 especies epífitas de la familia Bromeliaceae, la que sigue en riqueza a Orchidaceae, que es la más representada con 31 especies.

Bromeliaceae es reconocida por la presencia de varias especies con rosetas estructuradas para acumular agua, materia orgánica diversa y en consecuencia son un reservorio de una amplia diversidad de fauna, principalmente invertebrada (Liria, 2007). De los 77 géneros y 3,626 especies que componen a esta familia aproximadamente 40 tienen fitotelmata, por lo que se les conoce como bromelias de tanque (Fish, 1983). El género *Tillandsia* es el más diverso de la familia, y las rosetas pueden poseer un tanque formado por las vainas de las hojas en su base (Ramírez, Carnevalli & Chi, 2004).

En las fitotelmatas habitan principalmente invertebrados como insectos, crustáceos, arañas, escorpiones; también vertebrados como anfibios y reptiles; estos grupos de animales usan las bromelias de cuatro formas principales: como hogar o refugio, como sitio de caza, como reservorio de agua y como alimento, lo cual contribuye al incremento de la diversidad de fauna del dosel (Aguilar *et al.*, 2011). La diversidad de invertebrados presentes dentro de las bromelias de tanque, en muchos casos está asociada a su distribución en altura dentro del bosque (Richardson *et al.*, 2015; Petermann *et al.*, 2015; Busse *et al.*, 2018), así mismo puede afectarse por la época del año debido a la partición de recursos que provoca la variación pluviométrica

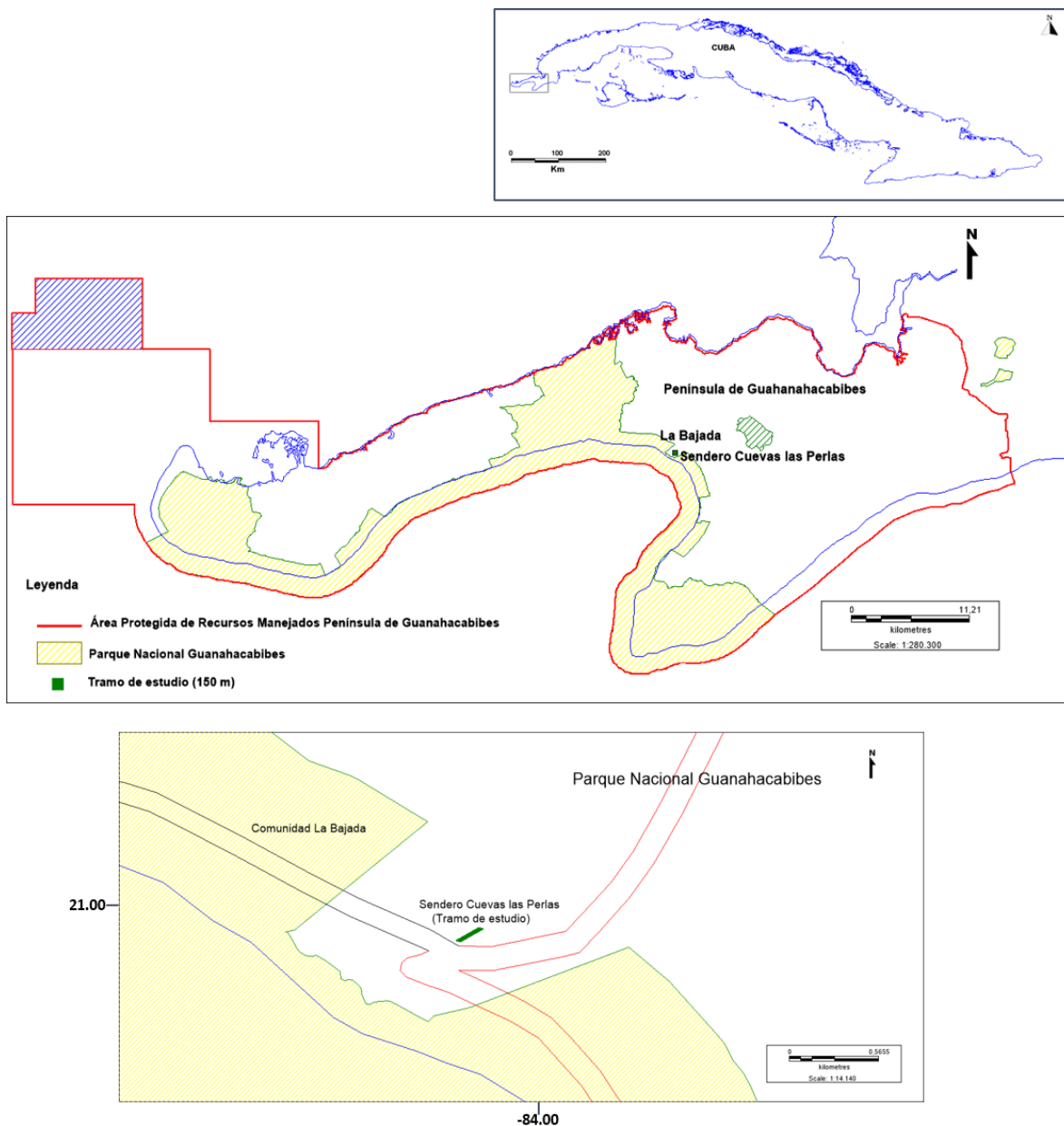
(Dézerald *et al.*, 2016). Varios ejemplos se han difundido que demuestran lo antes expuesto, precisándose que tanto la riqueza de especies, como su abundancia son afectados por la distribución vertical que muestran las bromelias de tanque sobre sus hospederos (Brouard *et al.*, 2012).

En Cuba son escasos los trabajos que enfatizan en la interacción entre fauna invertebrada y bromelias de tanque, debido a ello tampoco abundan estudios que relacionen el efecto que tiene la distribución en el forofito de las bromelias, sobre la riqueza y abundancia de invertebrados asociados. En Guanahacabibes ya se documentan dos resultados que aportan al conocimiento de estas interacciones biológicas, uno enfocado a la relación entre la diversidad herpetológica y sus fitotelmatas (García-González *et al.*, 2014), y otro que aportó información sobre los ensamblajes de fauna invertebrada y tres especies de bromelias de tanque (Falero, 2020).

Según lo expuesto por Falero (2020), las especies de Bromeliaceae *Tillandsia fasciculata* Sw., *T. utriculata* L. y *Hohenbergia penduliflora* (A. Rich.) Mez, son importantes para el mantenimiento de biodiversidad de fauna invertebrada y el abordaje ofrece información general con implicaciones en la gestión del área protegida, sin embargo se reconoce que debe profundizarse en los factores que mayor influencia tienen para comprender la interacción y qué efectos demuestran dentro del ecosistema forestal, completando vacíos de información que demanda el manejo del Parque Nacional. Teniendo en cuenta este criterio, este trabajo se ha propuesto documentar los efectos que produce la distribución vertical en sus forofitos de las tres especies reseñadas sobre los ensamblajes de fauna invertebrada asociada, y si para el área, la estacionalidad es también un factor que influencia a la diversidad observada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** Centro-Este de la península de Guanahacabibes, próximo a la comunidad La Bajada, en el bosque semideciduo de la zona de uso público del Parque Nacional que bordea el primer tramo (unos 150 m de longitud) del sendero interpretativo que va del Centro de Visitantes a Cueva Las Perlas, entre las coordenadas 21°55'21.518" N y 84°28'40,577" W (comienzo del sendero) y 21°55'24.417" N y 84°28'35,031" W (final del tramo), realizando desplazamientos hacia el interior del bosque desde los bordes del sendero hasta cubrir un área aproximada de unas 5,2 ha (**Fig. 1**).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio (tramo) en el sendero a Cueva Las Perlas, zona de uso público del Parque Nacional Guanahacabibes. Fuente: elaboración propia.

La formación vegetal tiene una estructura dominada por dos estratos arbóreos, sin estrato arbustivo ni herbáceo debido a que el sustrato es, en más de un 90%, de lapiez o diente de perro, casi sin acumulaciones de suelo incipiente (Delgado y Ferro, 2013); la altura de la formación oscila entre 10 y 14 m; la del estrato arbóreo inferior va de 4,5 a 10 m de altura, con alta densidad de individuos, y las del arbóreo superior de 10 y hasta 14 m de alto, generalmente formando un dosel abierto por la baja densidad de individuos; existen algunos emergentes que pueden llegar hasta 17 m . Las especies arbóreas que predominan son *Adelia ricinella* L., *Bursera simaruba*

(L.) Sargent., *Cedrela odorata* L., *Celtis trinervia* Lam., *Citharexylum fruticosum* L., *Comocladia dentata* Jacq., *Drypetes alba* Poir., *Erythroxylum areolatum* L., *Ficus aurea* Nutt., *Cordia gerascanthus* Jacq., *Gymnanthes lucida* Sw., *Alvaradoa amorphoides* Liebm. y *Plumeria tuberculata* Lodd. (Delgado y Ferro, 2013).

**Unidad de muestreo:** La unidad de muestreo fue la bromelia, siendo escogidos 90 individuos en cada año considerado (2017 y 2018) que representaron un tamaño total de muestra (*N*) de 180 individuos de las especies *Tillandsia fasciculata* Sw., *T. utriculata* L. y *Hohenbergia penduliflora* (A. Rich.) Mez., correspondiéndose ello a 15 individuos de cada especie, en cada uno de los períodos pluviométricos del año (lluvioso y poco lluvioso). Las mediciones de campo partieron de la identificación de los árboles que eran forofitos de las especies de bromelias de tanque indicadas.

A cada árbol hospedero se le midió altura total y la altura en que se recolectó cada bromelia; para esto se escogió solo un individuo en cada forofito si sucedían encuentros múltiples en un mismo árbol; para *Tillandsia utriculata*, menos abundante en el área de estudio, se cubrió mayor área con desplazamiento a mayor profundidad dentro del bosque desde los bordes del sendero. Como criterio de selección de las bromelias se tuvo en cuenta que fueran adultas (indicios de emisión del escapo floral), lo que garantizó un tamaño estándar entre los individuos de una misma especie, siguiendo a García-González *et al.* (2014), y la altura para el muestreo se ajustó a la disponibilidad de escalera plegable con posibilidades de poderse trasladar dentro de la formación, dadas las dificultades de su anclaje en el accidentado sustrato rocoso.

Con los registros de altura de cada bromelia se establecieron cuatro rangos, a saber:

Altura 1 (Alt1): 0,5 m a 2,0 m

Altura 2 (Alt2): 2,01 m a 4,0 m

Altura 3 (Alt3): 4,01 m a 6,0 m

Altura 4 (Alt4): > 6,0 m

Una vez desprendido cada individuo de bromelia de su forofito, se colocó dentro de una bolsa plástica grande, del formato de las utilizadas para evacuar basura, posteriormente fueron trasladadas al lugar de procesamiento, colocándolas encima de una manta de nylon blanco de 2m x 2m. A cada planta se le desprendió cuidadosamente cada hoja; en una planilla elaborada al efecto fueron registrados todos los morfoespecies de invertebrados que se encontraron, los

que se determinaron al nivel de Orden, para lo cual se siguió a De Armas *et al.* (2017) y Fernández *et al.* (2017).

**Recolecta y clasificación de invertebrados:** La recolecta de cada individuo se realizó siguiendo el método de recogida manual propuesto por Hidalgo-Gato *et al.*(2010).

**Análisis de los datos:** Mediante el análisis exploratorio de los datos se determinaron las medidas de tendencia central así como las de variabilidad, las que resultaron útiles para la toma de decisiones sobre otros análisis específicos. El tipo de distribución que seguían los datos registrados de la cantidad de bromelias por rangos de altura fue establecido mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov, hipotetizando los tipos de distribución normal, uniforme y de Poisson. Una vez que se contó con dicha validación, al detectar que no seguían una distribución normal, se realizó una prueba no paramétrica de Friedman, la que permitió comparar los registros por rangos de altura y determinar si había diferencias significativas o no entre las abundancias en los cuatro rangos; posteriormente se hizo un análisis adicional de comparación por pares de rangos, basado en la prueba de los Signos, con el interés de verificar cómo se manifestaban las diferencias entre pares.

Para determinar similitudes entre rangos de altura se hizo un Análisis de Conglomerados Jerárquicos, utilizando el índice de la Distancia euclidiana y el método de aglomeración de promedios de grupos, obteniéndose un dendrograma con representación de las afinidades encontradas. Las abundancias en los rangos fueron comparadas mediante la Prueba de Kruskal-Wallis, la que permitió detectar si había o no diferencias significativas en dicha distribución vertical. La misma prueba se utilizó para comparar las abundancias de esa distribución vertical entre cada período pluviométrico del año (lluvioso y poco lluvioso).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

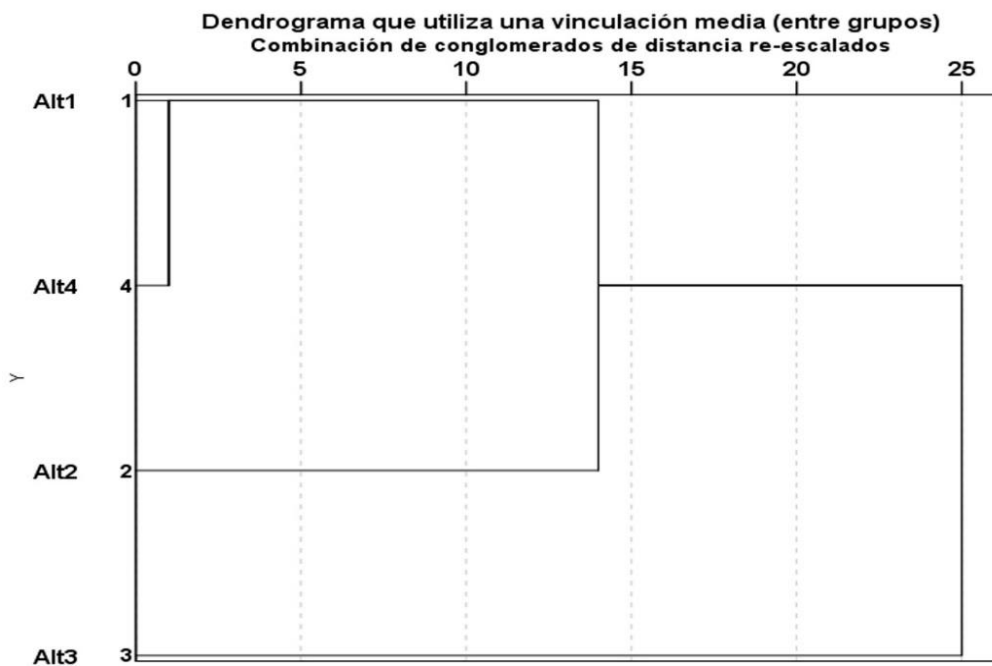
Los forofitos identificados corresponden a 26 especies arbóreas más los que se encontraban muertos (Secos). Esta diversidad representa el 74,3% del total inventariado por Falero (2020) en la misma área de estudio.

Este 74,3% de forofitos encontrados alude a un alto cociente epifítico en el área de estudio, el que en trabajos anteriores en Guanahacabibes fue de 33,3% para el bosque semideciduo de Ciénaga Lugones (Ferro *et al.* (2003) y de 42,4% para todo el bosque semideciduo de la península en general (Ferro, 2004). Esa diversidad de forofitos (26 especies arbóreas) en el área de estudio está asociada a la mayor frecuencia y abundancia de especies de la familia

Bromeliaceae (Ferro, 2004), lo cual puede entenderse a consecuencia de la estructura del ecosistema forestal, la que Ferro y Delgado (2013) atribuyeron a la conjunción de varios factores como la rocosidad del sustrato, las variaciones en la frecuencia y abundancia de la pluviosidad, la que según Roig (2011) produce un marcado estrés ecológico en varios sectores de la formación, y la historia de uso del bosque, con frecuentes prácticas de tala selectiva negativa (Delgado, 2012).

La diversidad de invertebrados registrada fue de 34 morfoespecies pertenecientes a 12 órdenes; la abundancia total fue de 2185 individuos en los dos años del muestreo, siendo más representados Blattaria (1016 individuos y 5 morfoespecies), Hymenoptera (641 y 7) y Hemiptera (233 y 5); a estos le siguen en orden de abundancia Coleoptera (91 individuos y 5 morfoespecies), Araneae (85 y 5), Isoptera (41 y 1), Lepidoptera (23 y 2), Scorpiones (16 y 1), Scolopendromorpha (13 y 2) y Odonata (12 y 1); Orthoptera (con 8 individuos y 1 morfoespecie) y Pseudoescorpiones (6 y 1) fueron los dos órdenes menos representados en el muestreo.

Las abundancias observadas en los cuatro rangos de altura de los forofitos fueron significativamente diferentes entre todas ellas según el estadístico de Friedman ( $\chi^2 = 16,752$ ;  $p = 0,001$ ). El análisis adicional de comparación por pares basado en la prueba de los signos reconoce las diferencias significativas entre los pares Alt1-Alt2 ( $p=0,012$ ) y Alt3-Alt4 ( $p=0,001$ ), observándose que los pares Alt2-Alt3 y Alt1-Alt4 son muy semejantes, con valor de  $p=1,000$ . Estas diferencias y semejanzas se observan más claramente en el clúster resultante del Análisis de Conglomerados Jerárquicos, el que evidencia que Alt1 y Alt4 (extremos en la distribución vertical de forofitos) son más afines acorde a sus registros de abundancia; se distancian más Alt2, y marcadamente Alt3, los que se corresponden con los mayores valores de abundancia y riqueza de morfoespecies.



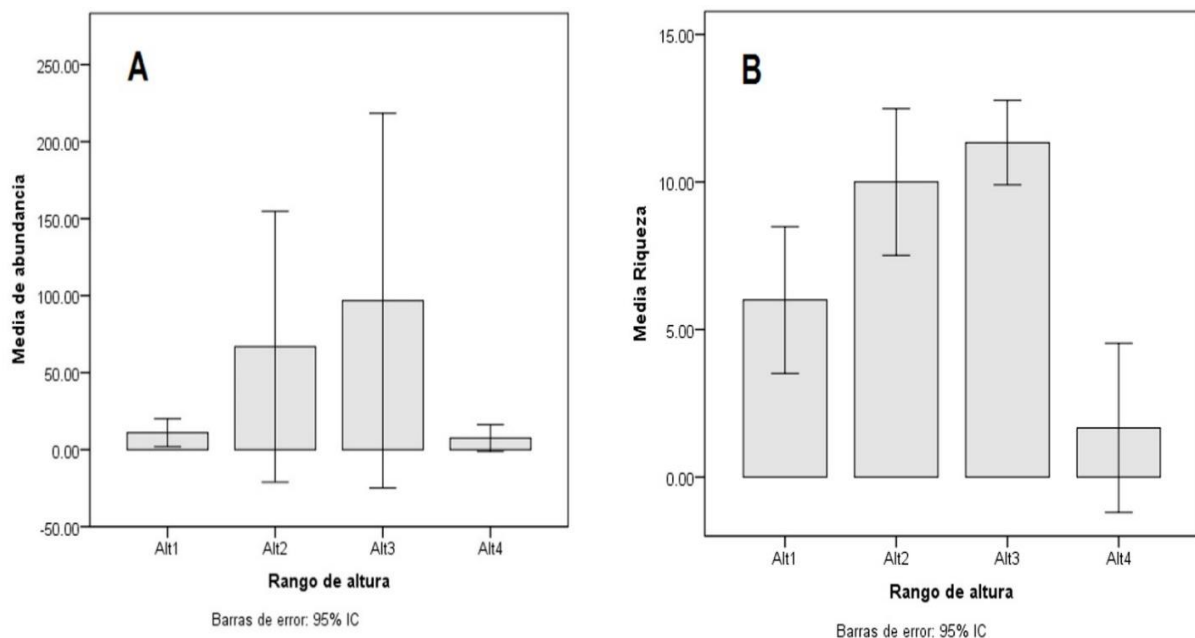
**Figura 2.** Afinidades entre los rangos de altura considerados según la abundancia observada de invertebrados. El índice empleado es la Distancia euclidiana, y el método de agrupamiento fue la vinculación media entre grupos, donde Alt1 es el rango de 0,5 a 2,00 m; Alt2 es el rango de 2,01 a 4,00 m, Alt3 es el rango de 4,01 a 6,00 m y Alt4 es > que 6,00 m de altura en el forofito.

La información que documenta las afinidades entre los rangos de altura que expone la **Fig. 2** se ratifica mediante la diversidad de invertebrados según la distribución vertical de las bromelias de tanque dentro del bosque, como se observa en la **Fig. 3** confirma que la sección media del fuste de los forofitos, entre 2 m y 6 m, es donde se obtienen los mayores registros de abundancia y riqueza de morfoespecies. Puede interpretarse que este resultado está relacionado con las variaciones documentadas de los claros del dosel que Ferro y Delgado (2013) expusieron, lo que intensifica el efecto desecador hacia la parte más alta en la estructura vertical del bosque (dosel), así mismo con el efecto de irradiación de la superficie del suelo rocoso dentro del bosque, caracterizado por Delgado (2012). La alta concentración de morfoespecies de invertebrados y sus abundancias en los rangos intermedios de alturas en el forofito (Alt2 y Alt3) responde a una estrategia de máximo aprovechamiento de agua, nutrientes y materia orgánica, la que puede afectarse hacia los rangos más arriba y debajo de las alturas 2 m y 6 m (Ospina-Bautista *et al* 2004).

De igual forma los resultados obtenidos en nuestro estudio concuerdan con los de Brouard *et al.*, (2012) en Puerto Rico, quienes confirman un efecto de la altura sobre el forofito en la distribución de la abundancia de invertebrados; también con los resultados que exponen



Aguilera *et al.*, (2011), los que en áreas forestales de Colombia observaron una mayor abundancia de entomofauna en el rango intermedio de altura en los forofitos, con el 57.55 % de individuos recolectados; para este análisis dividieron a cada forofito en tres rangos de altura. Las fitotelmatas ubicadas en el rango de altura entre 4,01 a 6,00 metros (Alt3) acumularon las mayores abundancias de invertebrados (1161), seguido por el rango de 2,01 a 4,00 m (Alt2), que reportó 802 individuos. Los rangos de altura inferior a 2,01 m y superior a los 6,0 m registraron menor cantidad de individuos así también la menor riqueza de morfoespecies (**Fig. 2**).



**Figura 3.** Distribución de la media de abundancia (A) y de riqueza de morfoespecies (B) en los cuatro rangos de altura establecidos, donde Alt1 es el rango de 0,5 a 2,00 m; Alt2 es el rango de 2,01 a 4,00 m, Alt3 es el rango de 4,01 a 6,00 m y Alt4 es > que 6,00 m de altura en el forofito.

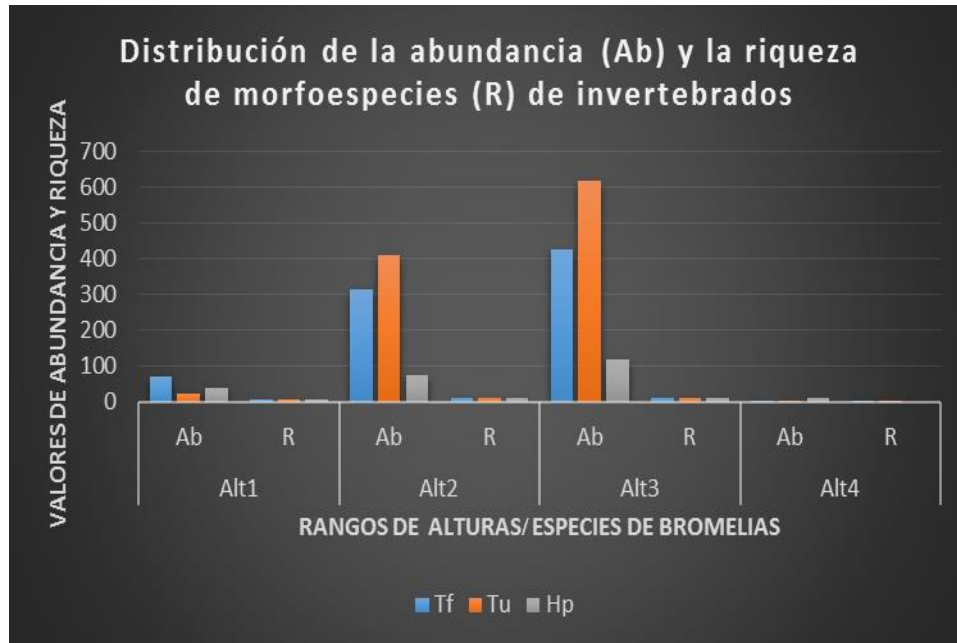
En tal escenario tiene lugar la interacción entre forofitos, bromelias de tanque y fauna invertebrada, la que está mayormente representada en cuanto a su abundancia y riqueza de morfotipos, por Hymenoptera, Coleoptera, Araneae, Blattaria y Hemiptera; estos ordenes de artrópodos, en algunos casos estudiados han estado representados indistintamente en bosques secos tropicales como lo son Hymenoptera y Coleoptera (Farjalla *et al.*, (2012). Igualmente Richardson, Richardson y Srivastava (2015), en bosques lluviosos, para los ambientes semiacuáticos o completamente terrestres de las bromelias evaluadas, documentaron la dominancia de Coleoptera.

Aun con los elementos antes expuestos, otros reportes muestran a Coleóptera con menor abundancia del resto de los órdenes detectados, como documenta Dézerald *et al.*, (2018), quienes así lo comprobaron en un bosque lluvioso de tierras bajas en la Guayana francesa. Estos autores a su vez exponen que Coleóptera posee rasgos que le confieren resistencia a la sequía, lo cual es importante tener en cuenta para comprender la diversidad observada en nuestra área de estudio. Todos los elementos aportados apuntan a la necesidad de precisar dentro de los órdenes, las categorías taxonómicas inferiores de los registros de invertebrados observados, lo cual apoyaría mejores análisis de tal variabilidad.

En general, la diversidad de ordenes detectada en el área de estudio, que Falero (2020) analizó en función de una mayor cantidad de factores del ecosistema, ha sido más ajustada a un análisis al nivel de los invertebrados más conspicuos dentro de los tanques de las bromelias, principalmente la que se observa en ambiente de los detritos, no en ambientes acuáticos propios de dichas fitotelmatas, por lo cual se deberá ampliar hacia ese ámbito en futuros trabajos, tanto en Guanahacabibes como en otros ecosistemas similares en Cuba.

La altura de la formación vegetal también es un factor que influye en la distribución de la diversidad de invertebrados en las fitotelmatas, lo cual ha sido descrito para diferentes tipos de bosques. Ospina-Bautista *et al.* (2004) lo observaron en *Tillandsia turnerii* en Colombia, también Liria (2007) en Venezuela. En Guanahacabibes Ferro y Delgado (2013) lo documentaron para toda la comunidad de epífitas vasculares con respecto a la altura y la dinámica de claros del dosel. Con otras condiciones ecológicas en que la humedad edáfica influye más que la propia influencia desde el dosel, Cutz-Pool *et al.* (2016) encontraron en Quintana Roo, México, una abundancia superior a los 1700 individuos de 25 órdenes, a la altura de 3 m en los forofitos.

Aunque en la distribución vertical observada por rangos de altura, la prueba de Kruskal-Wallis evidencia que no hubo diferencias significativas en la contribución de las tres especies de bromelias de tanque, ni por las abundancias de invertebrados que contienen ( $\chi^2=0,269$ ;  $p=0,874$ ), ni tampoco por la riqueza de morfoespecies ( $\chi^2=0,303$ ;  $p=0,859$ ), corresponde a las dos especies del género *Tillandsia* el mayor aporte en abundancia y riqueza de morfoespecies; ambas (*T. fasciculata* y *T. utriculata*) representan el 85,45% de la abundancia total de invertebrados, las que también asumen los más altos registros en los rangos de altura intermedios (Alt2 y Alt3). *Tillandsia utriculata*, acumuló mayor cantidad de individuos y *Hohenbergia penduliflora* por su parte evidenció menores registros (**Fig. 4**).



**Figura 4.** Distribución de la abundancia (Ab) y la riqueza de morfoespecies (R) de invertebrados observados en las tres especies de bromelias de tanque *Tf*= *Tillandsia fasciculata* Sw., *Tu*=*Tillandsia utriculata* L. y *Hp*=*Hohenbergia penduliflora* (A. Rich.) Mez, en los cuatro rangos de altura en los forofitos establecidos, donde Alt1 es el rango de 0,5 a 2,00 m; Alt2 es el rango de 2,01 a 4,00 m, Alt3 es el rango de 4,01 a 6,00 m y Alt4 es > que 6,00 m.

Pudo comprobarse que hay efecto del periodo pluviométrico (estacional) sobre la diversidad de invertebrados presentes en las tres fitotelmatas evaluadas, tanto en la abundancia ( $\chi^2$  de Kruskal-Wallis=4.038,  $p=0.044$ ), como en la riqueza por órdenes presentes en las bromelias ( $\chi^2$  de Kruskal-Wallis=9.953,  $p=0.002$ ), contribuyendo notablemente los registros de individuos observados en Blattaria, Hymenoptera y Hemiptera así como las mayores riquezas de morfoespecies de Hymenoptera y Araneae.

Con respecto al hecho de que las dos especies del género *Tillandsia* constituyen mejores reservorios para la abundancia de invertebrados, consideramos que la estructura que poseen puede favorecer mejor protección para los individuos de la fauna, y a la vez retención de los detritos de la materia orgánica; estas dos bromelias, según Espejo-Serna *et al.*, (2005), son de tipo tanque, de almacenamiento moderado, con hojas rígidas y estrechas que acumulan escasas cantidades de agua; en el caso de *T. utriculata*, que fue la que más abundancia retuvo, tiene una roseta utriculada con hojas solapadas (Ramírez *et al.*, 2004), las que al parecer, en las condiciones de Guanahacabibes, cuyo bosque tiene una estructura que puede intensificar la irradiación y con ello la desecación de las acumulaciones de agua, es más propicia para ser

utilizada por la diversidad de la fauna invertebrada observada. En el caso de *Hohenbergia penduliflora*, de mayores dimensiones, y su estructura de la roseta es más abierta, con hojas anchas, capaces de almacenar más cantidad de agua, puede que represente mejor reservorio para ensamblajes acuáticos, los que no fueron explorados en esta investigación.

Estas diferencias estacionales se mantienen al ser analizadas con respecto a la distribución vertical de las bromelias en los cuatro rangos de altura en sus forofitos, lo cual puede confirmarse al contrastar los valores de los estadísticos descriptivos (**Tabla 1**), no obstante la prueba de Kruskal-Wallis para la igualdad de las medianas, encontró que no había diferencias significativas entre las abundancias registradas para las dos estaciones del año ( $\chi^2=1,333$ ;  $p=0,248$ )

**Tabla 1.** Valores de estadísticos descriptivos de las abundancias de invertebrados en los cuatro rangos de altura (*N*) para las dos estaciones del año en el período 2017-2018.

| <b>Descriptivos</b> | <b>Poco lluviosa</b> | <b>Lluviosa</b> |
|---------------------|----------------------|-----------------|
| <i>N</i>            | 4                    | 4               |
| Mínimo              | 31.00                | 12.00           |
| Máximo              | 992.00               | 189.00          |
| Media               | 456.75               | 89.50           |
| Error estándar      | 230.25               | 43.33           |
| Varianza            | 212066.90            | 7511.00         |
| Desviación estándar | 460.51               | 86.67           |
| Mediana             | 402.00               | 78.50           |
| Percentil 25%       | 52.50                | 14.50           |
| Percentil 75%       | 915.75               | 175.50          |

El efecto estacional es evidente en la distribución de abundancias y riqueza de especies dentro de las fitotelmatas, como se muestra en los valores de los estadísticos descriptivos expuestos en la **Tabla 1**. El efecto ecológico de tal partición temporal, dependiendo de los aportes de los regímenes pluviométricos tiene influencia de la diversidad, principalmente en la abundancia, al haberse comprobado que algunos grupos de invertebrados proliferan en temporadas secas,

valiéndose del agua que pueden retener las bromelias (Dézerald *et al.*, 2016); estos autores dan peso al efecto temporal de la concentración de los detritos dentro de los tanques de las bromelias.

Los resultados de esta investigación permiten corroborar el criterio de que la altura media de los fustes de los árboles (entre 3 a 6 m) son los segmentos en la estructura vertical debajo del dosel que más posibilidades brindan para que se mantenga la abundancia y riqueza de invertebrados en bosques semidecuidos de la península de Guanahacabibes, principalmente en bromeliáceas del género *Tillandsia*, y particularmente en *T. utriculata*, que puede considerarse como especie clave para la gestión de la conservación en el área.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a L. Yusnaviel García Padrón y a Roberto Varela Montero por el apoyo que ambos brindaron en el muestreo de campo; a Lázaro Márquez Llauger, Director del Parque Nacional Guanahacabibes, por su apoyo general para el trabajo en el área. Esta investigación pudo realizarse gracias al soporte logístico del proyecto 020.03034 – SINBIOD, del Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Armas, L. F. de, A. Alegre, R. Barba, T. M. Rodríguez, G. Alayón y A. Pérez. 2017. Arácnidos, p. 196-223. En C. A. Mancina y D. D. Cruz (eds.). Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. AMA, La Habana, Cuba.
- Delgado, F. 2012. Clasificación funcional del bosque semidecuido de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes. Cuba. Tesis en opción al grado científico Doctor en Ciencias Forestales. Programa Cooperado de Doctorado en Ciencias, Universidad de Pinar del Río, Cuba-Universidad de Alicante, España.
- Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari & I. Ramírez-Morillo. 2005. Bromeliaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 136. Inst. Ecol. Xalapa A. C. México.
- Falero, O. E. 2020. Invertebrados asociados a bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias. Programa de Maestría en Conservación de la Biodiversidad, Segunda Edición. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba.

- Fernández, I., J. L. Fontenla, M. M. Hidalgo-Gato, D. D. Cruz, D. Rodríguez, B. Neyra, N. Mestre y E. Gutiérrez. 2017. Insectos terrestres, p. 224-253. *En* C. A. Mancina y D. D. Cruz, (eds). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. AMA, La Habana, Cuba.
- Ferro, J., N. Ferro Díaz y F. Delgado. 2003. La comunidad de epífitas vasculares de Ciénaga Lugones, Península de Guanahacabibes, Cuba, p. 291-302. *En* Neiff, J. J. (edit.) *Humedales de Iberoamérica*. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Subprograma XVIII. Red Iberoamericana de Humedales (RIHU).
- Ferro, J., 2004. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semideciduo notófilo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidadde Pinar del Río, Cuba.
- Ferro, J. y F. Delgado 2013 Dinámica post-disturbio de claros del dosel en el bosque tropical seco semideciduo de la Península de Guanahacabibes, Cuba; su relación con la abundancia de epífitas vasculares.p. 200-213.*En* Fernández y Velepado (eds). *Evaluación de los cambios de estado de ecosistemas degradados de Iberoamérica*. Monografía de la Red 411RT0430 Desarrollo de Metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED, Buenos Aires, Argentina.
- Fish, D. 1983. Phytotelmata: flora and fauna. pp. 1-27. *In* J. H. Frank., & L. P. Lounibos. (eds.). *Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities*. Plexus Publishing Inc., Medford, New Jersey. E.E.U.U.
- Ospina-Bautista, F., J. V. Estévez-Varón, E. Realpe y F. Gast. 2008. Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña. *Rev. Colomb. Entomol.* 34: 224-229.
- Richardson, M. J, B. A Richardson & D. S Srivastava. 2015. The stability of invertebrate communities in bromeliad phytotelmata in a rain forest subject to hurricanes. *Biotropica* 4: 201-207.

Roig, E. Y. 2011. Reconocimiento y caracterización de las etapas sucesionales del bosque tropical seco en la Península de Guanahacabibes (Cuba) con un enfoque ecológico del paisaje. Tesis de Grado. Postgrado en Ecología Tropical. Programa de Maestría, Inst. Cienc. Amb. y Ecológ. (ICAE), Facultad de Ciencias Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela.

Vinicius F., D. S. Srivastava, N A. Marino, F. d. Azevedo, V. Dib, P.M Lopes, A.S. Rosado, R.L. Bozelli & F.A. Esteves. 2012. Ecological determinism increased with organism size. *Ecology* 93: 1752–1759

## REFERENCIAS DE INTERNET

Aguilar, P. A., T. Kromer y M.A. MacSwiney. 2011. Las bromelias y su importancia. GACETA Nueva Época No. 119 Julio-Septiembre, Universidad Veracruzana, México. (Consultado: 2 febrero 2020, <https://www.uv.mx/gaceta/gaceta-119.pdf>).

Brouard, O., R. Cereghino, B. Corbara, y C. Leroy. 2012. Under storey environments influence functional diversity in tank-bromeliad ecosystem, *Freshwater Biol.* 57:815–823. (Consultado: 11 febrero 2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2427.2012.02749.x>).

Busse, A., P. Antikeira, A.S. Neutzling, A.M. Wolf, G.Q. Romero & J. S. Petermann. 2018. Different in the dark: The effect of hábitat characteristics on community composition and beta diversity in bromeliad microfauna, *PLoS ONE* (Consultado 11 febrero 2020, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191426>).

Cutz-Pool, L. Q.U.Y. Ramírez-Vázquez, J.M. Castro-Pérez, W. A. Puc-Paz y H. J. Ortiz. 2016. La artrópodo-fauna asociada a *tillandsia fasciculata* en bajos inundados de tres sitios de Quintana Roo, México”, *Entom. Mex.* (Consultado 7 marzo 2020, <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2016/EC/Em%20576-581.pdf>).

Delgado, F. y J. Ferro. 2013. Vegetación de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba: mapa actualizado a escala 1:300 000”, *ECOVIDA* (Consultado: 12 marzo 2020, <http://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/51>).

Delgado, F., J. Ferro y E. González. 2018. Lista florística actualizada de la península de Guanahacabibes, Cuba. *ECOVIDA* 8: 179-212. (Consultado el 19 de diciembre de 2019, <http://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/138/html>)

- Dézerald, O., C. Leroy, B. Corbara, A. Dejean, S. Talaga & R. Céréghino 2016. Environmental drivers of invertebrate population dynamics in Neotropical tank bromeliads, *Freshwater Biol.* (Consultado: febrero 2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/fwb.12862>).
- Dézerald, O., B. Corbara, R. Céréghino & C. Leroy. 2018. Tank bromeliads sustain high secondary production in neotropical forests, *Aquatic. Scienc.* (Consultado: 9 enero 2020, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00027-018-0566-3>).
- García-González, A, L.Y García, F. Delgado y F.B Riverón. 2014. Anfibios y reptiles asociados a tres especies de bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba, *Res. J. C.R.C. Distance Education University*, (Consultado: 5 febrero 2020, <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651795010.pdf>).
- Liria, J., (2007) Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Rev. Per. Biol.*, Lima. (Consultado: 29 enero 2020, <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i1.1753>).
- Hidalgo-Gato, M. M *et al.*, 2010 Tendencias estacionales de la riqueza, abundancia y diversidad de Coleoptera, Diptera y Hemiptera (Auchenorrhyncha) (Insecta) en el Área Protegida de Recursos Manejados Mil Cumbres, Pinar del Río, Cuba . *Poeyana*, 498: 21-26. (Consultado: 9 enero 2020, [http://poeyana.redciencia.cu/adm/pdf/resumenes/r498\\_2010.pdf](http://poeyana.redciencia.cu/adm/pdf/resumenes/r498_2010.pdf)).
- Miles, L, A. C Newton & R.S DeFries. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Biog.* (Consultado: 10 marzo 2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>).
- Ospina-Bautista, F.J.V Estévez-Varón, J. Betancur y E. Realpe-Rebolledo. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zool. Mex.* (Consultado: 10 marzo 2020, [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372004000100013&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372004000100013&script=sci_arttext&tlng=en)).
- Petermann, J. S, V. F. Farjalla, M. Jocque, P. Kratina, A.A MacDonald. 2015. Dominant predators mediate the impact of habitat size on trophic structure in bromeliad invertebrate communities. *Ecol. Soc. Am.* (Consultado: 5 febrero 2020, <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/14-0304.1>).



---

Ramírez, I. M,G. Carnevali y F Chi. 2004. Guía ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán, México. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. (CICY) A.C (Consultado: 9 enero 2020, [https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice\\_tax\\_especies.php?genero=Bromelia](https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_tax_especies.php?genero=Bromelia) ).

-----

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.