

Co-managers of Pico Pijol National Park
Co-manejadores del Parque Nacional Pico Pijol,
Yoro, Honduras



Mesoamerican Development Institute
(978) 934-2296; (978)934-2297
info@mesoamerican.org
www.mesoamerican.org
www.cafesolar.com
1 University Avenue Lowell,
MA 01854 U.S.A.

Riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos asociados a bromelias (Bromeliacea Juss. 1789), en el Parque Nacional Pico Pijol, Yoro, Honduras.



Elaborado por equipo de Investigación MDI:
Kelly A. Díaz
Martin A. Murillo

RESUMEN

La pérdida potencial de los bosques nublados como resultado del avance de la frontera agrícola, ha generado procesos de pérdida en cascada de la diversidad biológica. Uno de los componentes conspicuos de dichos ecosistemas son las bromelias, que al almacenar considerables volúmenes de agua entre sus hojas, dan lugar al desarrollo de comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo, las bromelias son organismos sumamente sensibles a la fragmentación del bosque, aspecto que se ve reflejado en distintas áreas protegidas de Honduras, donde el café es una de las principales amenazas a la biodiversidad. El objetivo de dicha investigación es estimar la riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los parámetros fisicoquímicos y características morfológicas en las bromelias (*Bromeliaceae* Juss. 1789), en el Parque Nacional Pico Pijol, Yoro, Honduras. Se colectaron un total de 142 individuos, correspondientes a 32 familias de macroinvertebrados acuáticos, de las cuales el orden Coleoptera y Diptera, mostraron la mayor de riqueza de familias. La riqueza de macroinvertebrados acuáticos, respondió a variables como el tamaño de la bromelia y el volumen de agua almacenado por estas.

Palabras claves: bromelias, fitotelmata, macroinvertebrados, Honduras.

ABSTRAC

The potential loss of cloud forests as a result of the advance of the agricultural frontier has generated processes of cascading loss of biological diversity. One of the conspicuous components of these ecosystems is bromeliads, which by storing considerable volumes of water between their leaves, lead to the development of communities of aquatic macroinvertebrates. However, bromeliads are highly sensitive organisms to forest fragmentation, an aspect that is reflected in different protected areas of Honduras, where coffee is one of the main threats to biodiversity. The objective of this investigation is to estimate the richness and abundance of aquatic macroinvertebrates and their relationship with the physicochemical parameters and morphological characteristics in bromeliads (*Bromeliaceae* Juss. 1789), in the Pico Pijol National Park, Yoro, Honduras. A total of 142 individuals were collected, corresponding to 32 families of aquatic macroinvertebrates, of which the order Coleoptera and Diptera showed the greatest wealth of families. The richness of aquatic macroinvertebrates responded to variables such as the size of the bromeliad and the volume of water stored by them.

Key words: bromeliads, fitotelmatas, macroinvertebrates, Honduras.

INTRODUCCIÓN

Los bosques nublados representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo, han proporcionado a la humanidad una serie de bienes y servicios ecosistémicos por más de una decena de miles de años. En este sentido, los bosques nublados son las principales zonas de recarga hídrica en las regiones neotropicales (Agudelo et al., 2016; Kappelle y Brown, 2001).

A escala mundial, los bosques nublados por encima de 1.000 m.s.n.m. representan unos 48 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 50% se encuentra en América Latina, con porciones muy importantes en México, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Los bosques nublados en las zonas subtropicales, se pueden distribuir desde los 1500 a 2500 msnm. En Honduras existen en total 37 bosques nublados ubicados desde los 1800 msnm. Sin embargo, es posible encontrar algunos remanentes a menores altitudes (Kappelle y Brown, 2001; Montalvo y Montserrath, 2015).

En términos climáticos, los bosques nublados ocurren en un rango muy amplio de precipitaciones, que va desde los 500-10.000 mm anuales. Asimismo, los bosques nublados tienen una alta humedad relativa que es asociada a la precipitación horizontal, las cuales pueden incorporar un 10% adicional del agua caída por las lluvias. La precipitación horizontal total que llega al interior de los bosques, es interceptada por la vegetación de epífitas. Este grupo de especies vegetales, representado en su mayoría por bromelias, briófitas, líquenes y helechos, aumentan considerablemente tanto en su diversidad como en cobertura y biomasa, en respuesta a los altos niveles de precipitación (Agudelo et al., 2016; Kappelle & Brown, 2001; Montalvo & Montserrath, 2015).

Sin embargo y a pesar de su distribución restringida, los bosques nublados son considerados uno de los sistemas más frágiles a escala mundial. Esto como resultado de la inusual fuerza de los procesos de pérdida, degradación y fragmentación de los mismos. Estos procesos han generado, paisajes donde dominan los sistemas agrícolas y los campos de pastoreo, repercutiendo en una pérdida en cascada de la biodiversidad y servicios ambientales (Kappelle & Brown, 2001; López Barrera et al., 2016).

Dentro de estos ecosistemas frágiles y aislados, figuran las bromelias (Familia Bromeliaceae) como especies dominantes de la flora vascular, las cuales a su vez exceden en biomasa a otras familias

como las *Orchidaceae*. Al ser tan abundantes y sumado a ello, la estructura y disposición de sus hojas en roseta, las bromelias hacen factible el desarrollo de comunidades de macroinvertebrados al almacenar considerables volúmenes de agua entre sus hojas. En estos hábitat conformados por bromelias se les denomina Fitotelmatas (Liria, 2007; Monge & Morales, 2013).

Las bromelias como fitotelmata, pueden almacenar considerables volúmenes de agua. Jocque y Field (2014), registra un volumen promedio de 100 cm³ de agua en un bosque nublado de Honduras. Sumado a ello, sus densidades mayores a 17.5 bromelias/ m², permiten el almacenaje de miles de litros de agua por hectárea. En el Neotrópico se registra la presencia de más de 2000 especies de bromelias, de las cuales la mitad pueden considerarse verdaderas fitotelmatas. En Honduras se han registrado 25 especies de bromelias epífitas para bosques nublados, distribuidas en cinco géneros *Catopsis*, *Hetchia*, *Pitcairnia*, *Tillandsia* y *Vriesea*, de las cuales *Catopsis* y *Tillandsia* dan lugar a la formación de fitotelmatas (Liria, 2007; Jocque & Field, 2014; Montalvo & Montserrath, 2015; Zavala, 2002).

A nivel centroamericano, se ha registrado más de 70 familias dentro de 11 órdenes de macroinvertebrados acuáticos que habitan las bromelias de tanque. Dentro de ellos, los artrópodos figuran por su abundancia y diversidad. Un ejemplo de ello, son los Dípteros que además de ser uno de los órdenes más abundantes, cuenta con al menos 20 familias, de donde sobresale la familia *Culicidae*. Esta familia a nivel sanitario, es un hospedador intermediario de los parásitos cuyo ciclo evolutivo termina en el hombre y en algunos animales silvícolas, monos u otros. Dentro de estas enfermedades figura la malaria, el dengue, el paludismo y filariasis. (Del-Claro & Guillermo, 2019; Monge & Morales, 2013; Mosquera et al., 2016).

Los culícidos, a nivel de comunidades, son depredados por coleópteros y odonatos. Sin embargo, dicha estructura trófica se ve afectada por la estructura del ecosistema. En otras palabras, los cambios en el entorno se ven reflejados sobre la composición, riqueza, diversidad y abundancia de las comunidades. A su vez, esta riqueza de especies, está asociada a la complejidad estructural de la bromelias. Características como el número de hojas, el tamaño, el número de compartimientos y la cantidad de agua acumulada son clave para la colonización por parte de los macroinvertebrados (Jocque & Field, 2014; Serrano, 2012; Srivastava, 2006).

A nivel ecosistémico, los insectos acuáticos cumplen un papel significativo en el ciclaje de nutrientes, al convertir la materia orgánica que es interceptada por la bromelia en detrito rico en sustancias nutritivas para la misma. Por lo cual son denominadas como saprófitos asistidos por

animales (Alvarado & Barreno, 2010; Jocque & Field, 2014; Liria, 2007; Serrano, 2012; Srivastava, 2006; Zavala, 2002).

En Honduras, se ha documentado únicamente dos investigaciones que abordan el estudio de las comunidades de insectos acuáticos en bromelias fitotelmatas. El primero realizado en el Paraíso y el segundo en el Parque Nacional Cusuco. En ellos se reportan, al menos 19 familias de insectos acuáticos, de las cuales seis corresponden al orden Coleóptera, 11 al orden Díptera y dos a familias de Hemíptera. Aunque los insectos representaron la mayoría de organismos registrados dentro de las bromelias, grupos como Arachnida, Chilopoda y Gasterópoda se encuentran presentes en menor frecuencia (Alvarado & Barreno, 2010; Jocque & Field, 2014; Mendes et al., 2011; Nielsen, 2011).

Definición del problema

En la actualidad, las altas tasas de deforestación del bosque nublado, son producto de la expansión de la frontera agrícola. Los bosques nublados, son de los pocos ecosistemas que pueden sostener una alta riqueza y biomasa de bromelias fitotelmatas (Alvarado & Barreno, 2010). Estas bromelias fitotelmata, al mantener reservas de agua durante el año, pueden sostener cadenas tróficas complejas que involucran comunidades de macroinvertebrados acuáticos con características únicas, las cuales por su fragilidad, especificidad y faltas de estudios son de las comunidades más intrigantes. Tal es el caso, en donde los macroinvertebrados acuáticos participan activamente en el ciclaje de nutrientes al convertir la materia orgánica que es interceptada por la bromelia, en detrito rico en sustancias nutritivas para la misma. A su vez, los macroinvertebrados acuáticos que habitan las bromelias fitotelmata, forman parte de la dieta alimenticia de un buen número de especies de aves (Alvarado & Barreno, 2010; Jocque & Field, 2014; Liria, 2007; Serrano, 2012; Srivastava, 2006; Zavala, 2002).

Por otro parte, dichos hábitat captan la atención por su potencial como sitios de reproducción de vectores relevantes para los seres humanos, donde figura la malaria, la fiebre amarilla, el dengue, y la filariasis (Dézerald et al., 2014; Jocque & Field, 2014; Mendes et al., 2011). Por lo que, su abundancia y la posibilidad de cuantificar comunidades con precisión nos da una visión inigualable de cómo los cambios locales a los ambientes regionales influyen en la diversidad de la comunidad en pequeños cuerpos de agua, como son las bromelias fitotelmata.

OBJETIVO GENERAL

- Estimar la riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y su relación con los parámetros fisicoquímicos y características morfológicas en las bromelias (*Bromeliaceae* *Juss. 1789*), de un bosque nublado de la zona norte de Honduras.

Objetivos Específicos

- Determinar los taxones de macroinvertebrados acuáticos presentes en las bromelias de un bosque nublado de la zona norte de Honduras.
- Establecer la relación existente entre las características morfológicas y parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados presentes en las bromelias.

METODOLOGÍA

Descripción del Área

El presente estudio , tuvo lugar durante la primera semana de marzo del 2020, en un remanente de bosque ubicado dentro de la finca cafetalera Santa Fe, situada a 1.7 km al norte del Parque Nacional Pico Pijol (Figura 1). El parche de bosque se encuentra ubicado entre los 1200 a 1250 msnm, el cual consistió en un bosque tropical siempre verde latifoliado montano inferior. En él, se reconoció una matriz de vegetación primaria y de crecimiento secundario. Este ecosistema se caracteriza por presentar distribuciones agregadas de bromelias.

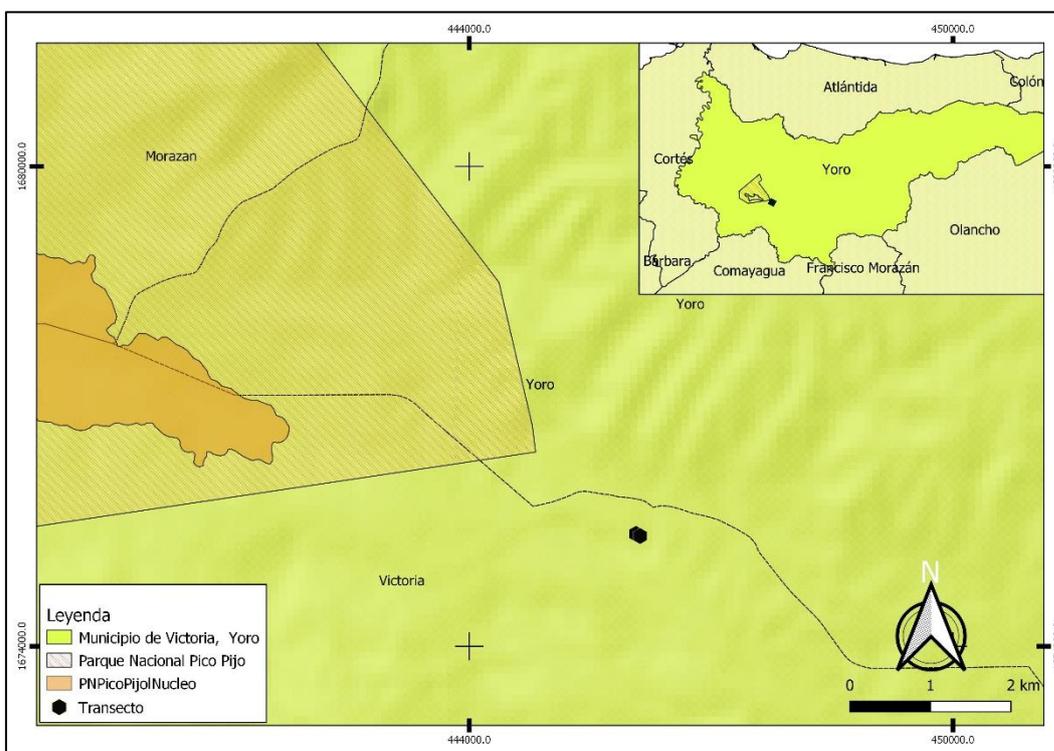


Figura 1. Ubicación del transecto de bromelias en un remanente de bosque nublado de la aldea de Subirana, Yoro, Honduras.

Protocolo de muestreo

Para minimizar las influencias de la estructura física y posibles diferencias bioquímicas entre especies, se tomaron únicamente individuos de la especie de *Tillandsia sp.*, al ser esta la especie la más dominante. Se seleccionarán las bromelias con anchos por encima de 20 centímetros, con el fin de seleccionar individuos con suficiente volumen de agua (Jocqué et al., 2010).

Para ello, se trazó un transecto lineal de 50 metros, iniciando en 1250 msnm descendiendo hacia los 1200. Las bromelias muestreadas tendrán una equidistancia mínima de 10 metros. La selección de las bromelias en el transecto lineal se describe en la tabla 1. Cada bromelia muestreada poseyó una distancia aproximada de 10 metros cada una. El transecto realizado no fue mayor, debido a que a 10 metros de la primera bromelia y 10 metros de la última bromelia, fue evidente un claro en el bosque, lo cual resultó en una disminuyendo en la densidad de bromelias.

Tabla 1. Distribución de bromelias en un transecto lineal de 40 metros; Ubicación en transecto y ubicación respecto al transecto.

Bromelias	Ubicación en el transecto	Ubicación de bromelia respecto al transecto
Bromelia 1	3.1 m	52 cm izquierda
Bromelia 2	10 m	10 m a la derecha
Bromelia 3	22.6 m	1 m a la derecha
Bromelia 4	26.8 m	7.5 m derecha
Bromelia 5	34.5 m	2 m a la derecha

Los datos a tomar que se tomaron en cuenta en la ubicación de la bromelia fueron: altitud, altura de la bromelia sobre el suelo (Distancia en cm entre el suelo y la parte inferior del núcleo de la bromelia), número de bromelias presentes en el árbol seleccionado y entrada de luz. A su vez, se midieron variables ambientales como la temperatura y la humedad.

Características morfológicas de la bromelia

Se tomaron como características morfológicas, el ancho, la altura y el número de hojas que conforman la roseta de la bromelia. El ancho fue medido como la mayor distancia horizontal entre los puntos de captación de agua de dos hojas opuestas (cm). La altura de la planta, fue medida desde la base del núcleo de bromelia, hasta el ápice de la hoja más grande. El núcleo de bromelia es el eje central, en donde se unen todas las bases de las hojas y emergen las raíces.

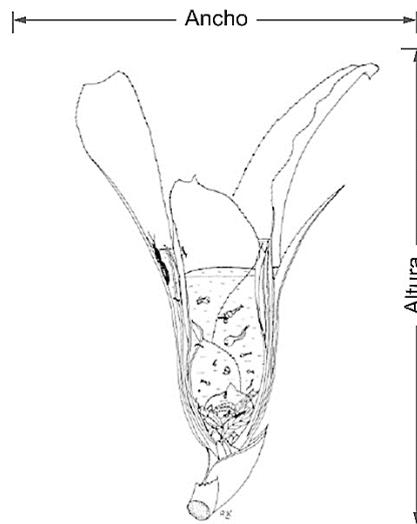


Figura 2. Las bromelias como fitotelmata, mediciones morfológicas: Ancho y altura (Del-Claro & Guillermo, 2019).

Características fisicoquímicas de la bromelia

Se midieron las características fisicoquímicas del agua contenida en la bromelias, como ser el oxígeno, pH, temperatura y los sólidos disueltos totales (SDT). El oxígeno será medido con un oxímetro, el pH y los SDT con un peachimetro de lápiz y la temperatura con un termómetro de varilla. Estos parámetros fueron tomados directamente del núcleo de la bromelia, al ser el sitio donde se almacena el agua (Jocqué et al., 2010; Dézerald et al., 2014; Zavala, 2002; Alvarado & Barreno, 2010).

Posterior a la medición de las variables (morfológicas y fisicoquímicas), se colocó cada bromelia en un una bolsa transparente (Atura 80 cm, ancho 60 cm) y se transportó a la estación científica del *Instituto de Desarrollo Mesoamericano*, para su inmediato procesamiento. Ya en el laboratorio se midió el volumen (ml) de agua contenida en la bromelia. Esto se realizó volteando la bromelia dentro de la bolsa, de manera que el agua contenida se vaciara dentro de la bolsa. El agua contenida se trasvasó luego a una bureta de 200 ml y se registró el volumen obtenido.

Posteriormente, se desarmó la bromelia hoja por hoja mientras se enjuagaba con agua destilada, sobre malla de menor a 0.5 mm. De esta forma los organismos encontrados y el detrito fueron retenidos sobre el filtro. El detrito fue apartado he introducido en bolsas de polietileno de 1 libra, para su posterior secado a temperatura ambiente. Unasa vez seco el detrito se pesó en una balanza digital marca Constans, obteniéndose su peso en gramos.

Los macroinvertebrados obtenidos de las bromelias fueron colectados y e introducidos en frascos de 60 ml conteniendo alcohol etílico al 70%. Los frascos fueron debidamente rotulados con

la fecha, lugar y el número de bromelia, para su posterior análisis. Dicha metodología tiene como ventaja que permite recolectar todos los individuos asociados a la bromelia, principalmente los estados larvales (Jocqué et al., 2010; Jocque & Field, 2014).

Los macroinvertebrados fueron identificados en el laboratorio, con un microscopio digital, hasta el nivel taxonómico posible, para ello se utilizaron la literatura disponible para la región Neotropical (Hamada et al, 2019).

Análisis de datos

Se calculó las medidas de tendencia central y dispersión para los parámetros físico-químicos y morfométricos obtenidos de las bromelias. Se relaboró una curva de acumulación de las familias de macroinvertebrados registrados en las bromelias. Para el abordar la relación de los parámetros y macroinvertebrados registrados, se aplicó un análisis de conglomerado (cluster) para conocer la similitud entre las bromelias muestreadas. Agregado se determinó el Coeficiente de correlación de Spearman para establecer las relaciones entre la comunidad de macroinvertebrados y los parámetros de las bromelias. Las relaciones obtenidas a partir de estos análisis fueron ilustradas en gráficos de barras y líneas. Los análisis mencionados se realizaron en el programa R estudio 3.4.0 (R Core Team 2017).

RESULTADOS

Las bromelias fitotelmata muestreadas en la Finca Santa Fe poseían una altura promedio de 53 cm y un ancho de 61 cm, acumulando 63.4 ml de agua en promedio (ver Tabla1).

Tabla 1. Medidas de tendencia central de los principales parámetros fisicoquímicos y morfométricos.

	<i>Conductividad</i>	<i>O₂</i>	<i>pH</i>	<i>AltBrom</i>	<i>Rosetas</i>	<i>Volumen</i>	<i>Sustrato</i>
<i>Media</i>	126	3.72	5.74	53	9.6	63.4	9.6
<i>Desviación Estándar</i>	104.4	1.28	0.58	7.54	2.07	33.9	6.7
<i>Error estándar</i>	46.71	0.57	0.26	3.37	0.92	15.19	3.03
<i>Min</i>	31	1.92	5.1	46	8	14	5
<i>Max</i>	270	4.96	6.5	64	13	110	21

En estas bromelias fitotelmata de acuerdo con el coeficiente de correlación de Spearman se presentó una fuerte interacción entre los parámetros de conductividad y oxígeno disueltos ($P=0.9$), oxígeno disuelto y Sólidos disueltos totales ($P=0.9$), Oxígeno disuelto y la Altura de bromelia ($P= -0.97$), pH y la Temperatura del agua ($P=0.9$) y finalmente el Número de hojas y la cantidad de Sustrato contenido ($P=0.9$) (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones entre principales parámetros fisicoquímicos y morfométricos de las bromelias.

<i>Parámetro</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Coficiente</i>
Conductividad	Oxígeno disuelto	0.9
Oxígeno disuelto	Sólidos disueltos totales	0.9
Oxígeno disuelto	Altura de bromelia	- 0.97
pH	Temperatura del agua	0.9
Número de hojas	Sustrato	0.9

La riqueza de macroinvertebrados acuáticos en bromelias fitotelmata, en la finca Santa Fé, fue de 32 familias (promedio = 12), registrando en total 142 individuos (promedio = 28) (Figura 1). Los órdenes con mayor riqueza fueron los Coleópteros (9 familias) y los Dípteros (8 familias) (Anexo 1). Sin embargo, con las 5 bromelias muestreadas no se alcanzó la asíntota en la curva de acumulación de especies.

Las familias de macroinvertebrados más abundantes en las bromelias fueron Limoniidae, Culicidae, Syrphidae, Chironomidae y Blaberidae. La riqueza de macroinvertebrados se relacionó positivamente con altura de la bromelia, sitios con mayores entradas de luz y bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua.

Tabla 3. Relación entre parámetros y la abundancia y riqueza de macroinvertebrados, basados en el coeficiente de correlación de Spearman.

Parámetro	Parámetro	P
Riqueza	Entrada Luz	0.68
Riqueza	OD	- 0.66
Riqueza	Altbrom	0.76
Abundancia	Conduc	-0.7
Abundancia	OD	-0.9
Abundancia	altBrom	0.97

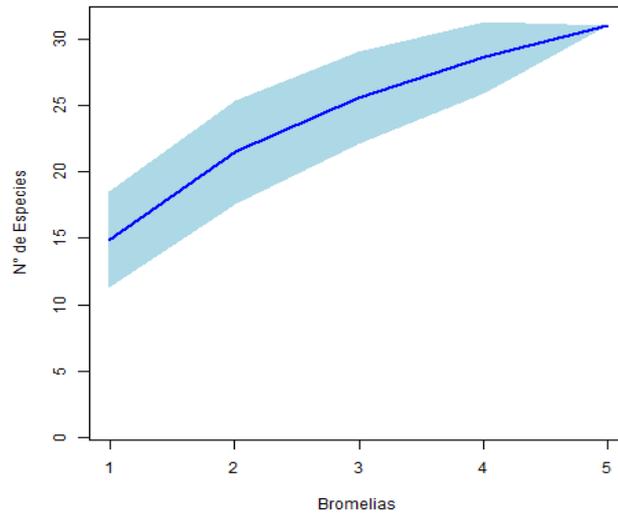


Figura 1. Curva de acumulación de familias en las bromelias muestreadas en Finca Santa Fe.

El análisis de conglomerado basado en la riqueza de familias y parámetros morfométricos, agrupó las bromelias en dos categorías (Figura 2). El primer grupo conformado por la Bromelia 5 y la Bromelia 3, con riqueza de 13 y 19 familias respectivamente. Además se caracterizaron por poseer una altura mayor a los 50 cm y un volumen de 64 ml.

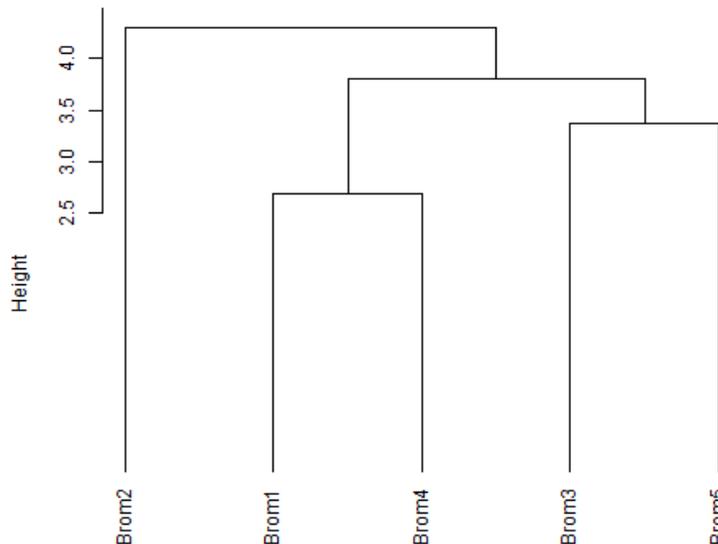


Figura 2. Análisis de similitud basado en riqueza y parámetros morfométricos de las bromelias fitotelmatas de la Finca Santa Fé.

El segundo grupo, se conformó por la Bromelia 1 y Bromelia 4, las cuales tenían alturas menores a 50 cm y una riqueza de nueve familias de macroinvertebrados. Por último la Bromelia 2 se caracterizó por poseer un menor volumen de agua, con nueve familias de macroinvertebrados.

El análisis del coeficiente de Spearman mostró correlaciones significativas entre las cinco familias más abundantes y los parámetros fisicoquímicos y morfométricos. La familia Limoniidae se relacionó positivamente con la altura de bromelia ($P=0.87$) y negativamente con la conductividad ($P=-0.80$), el oxígeno ($P=-0.90$), SDT ($P=-0.80$). La familia Syrphidae por otra parte mostró una correlación negativa con las el número de rosetas que poseían las bromelias (Figura 3).

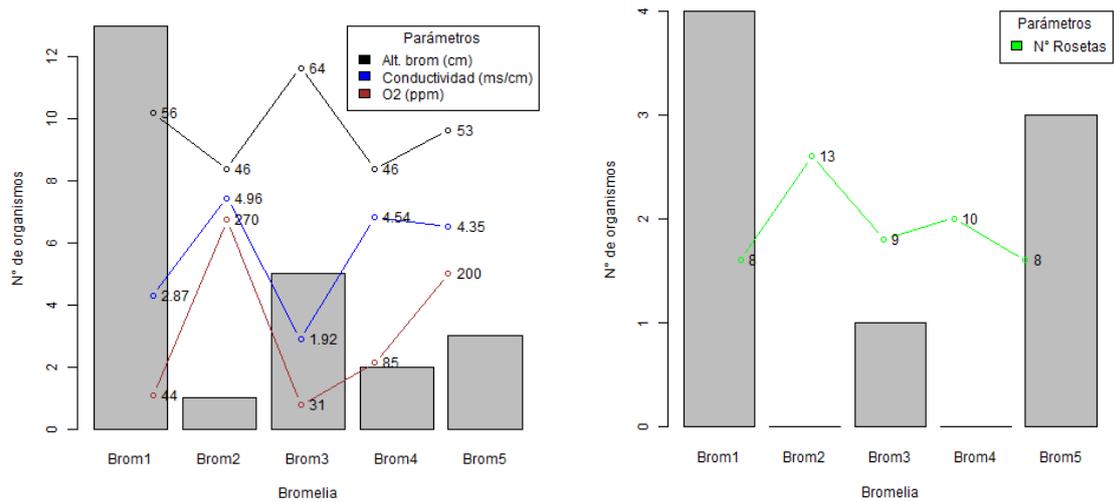


Figura 3. Interacción entre parámetros fisicoquímicos y morfométricos con la familia Limoniidae (Izquierda) y la familia Syrphidae (Derecha).

La familia Culicidae, mostró una correlación positiva con la altura de bromelia ($P=0.82$) y negativamente con la conductividad ($P=-0.87$), oxígeno disuelto ($P=-0.87$), pH ($P=-0.87$) y los SDT ($P=-0.87$) (Figura 4). La familia Chironomidae se relacionó negativamente con la conductividad ($P=-0.97$) y el oxígeno disuelto en el agua ($P=-0.82$) y SDT ($P=-0.97$).

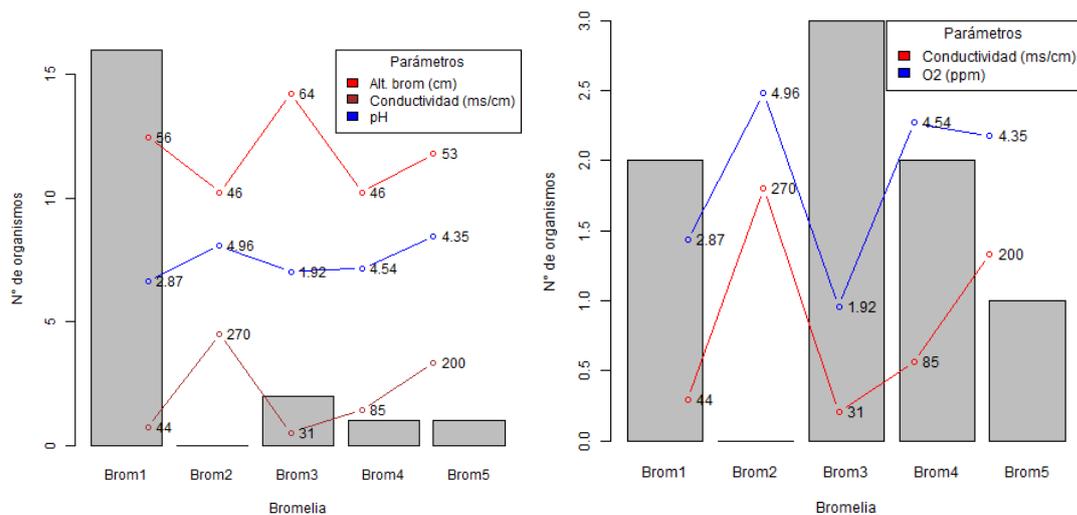


Figura 4. Interacción entre parámetros fisicoquímicos y morfométricos con la familia Culicidae (Izquierda) y la familia Chironomidae (Derecha).

La familia Blaberidae, se correlacionó positivamente con la altura de la bromelia (0.89) y negativamente con el oxígeno disuelto (- 0.87).

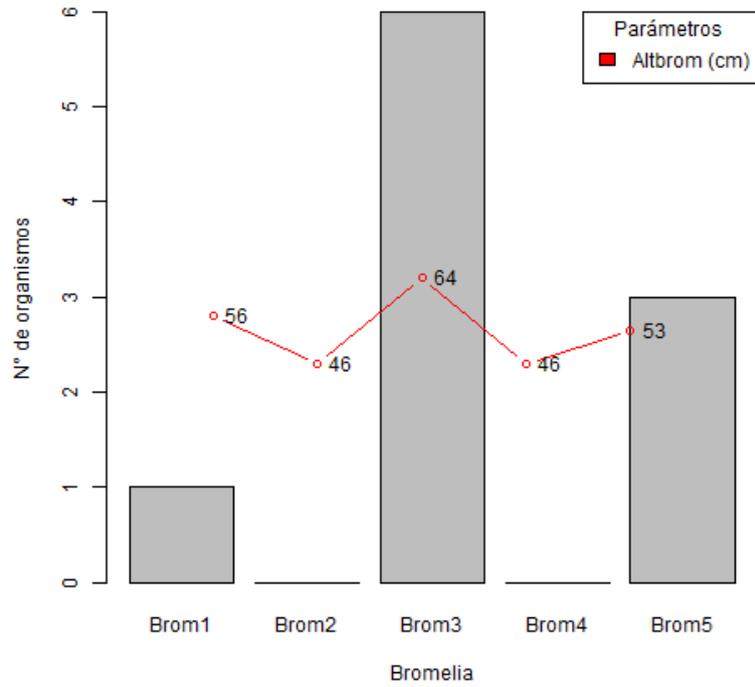


Figura 4. Interacción entre parámetros fisicoquímicos y morfométricos con la familia Blaberidae.

DISCUSIÓN

Los tamaños de bromelias registrados en este estudio, son más altas y retienen mayor volumen de agua que las reportadas Nielsen (2011), Reserva Biológica Uyuca. En cambio, comparado con el estudio de Joccque y Field (2014), las bromelias de la Finca Santa Fé, son de mayor tamaño pero retienen menos agua (20 ml menos) y detrito (19 g menos). Se registró, fuertes correlaciones positivas entre el oxígeno disuelto versus la conductividad y STD. Sin embargo, el oxígeno disuelto fue menor en las bromelias de mayor tamaño. A diferencia que en Joccque y Field (2014), no se encontró relación entre el ancho y el alto de la bromelia, o el ancho de la bromelia y la cantidad de detrito que esta acumuló, pero se encontró relación entre el número de hojas en la bromelia y la cantidad de detrito que esta acumula.

El número de familias registradas en el presente estudio fue alta comparadas con investigaciones realizadas en el país. Joccque y Field (2014), registran 15 familias en bromelias fitotelmata del Parque Nacional Cusuco, en cambio Alvarado y Barreno (2010), registraron 32 taxas y Nielsen (2011), registra 39 taxas en la Reserva Biológica Uyuca. Similar al estudio de Alvarado y Barreno (2010), los órdenes Dípteras y Coleópteras son las más representativas de estos hábitats. La distribución de las familias en las bromelias fitotelmata, en dicha investigación fue determinada por la disponibilidad de detrito en forma de alimento y el volumen de agua que conforma el hábitat. El orden Coleóptera presentó la mayor número de familias, al ser principalmente trituradores-herbívoros, alimentándose de la hojarasca acumulada dentro de la bromelia. La abundancia del orden Díptera en las bromelias fitotelmata se explica por la presencia de detrito fino, al tratarse de organismos filtradores (Mosquera, Gómez, y González, 2016).

Similar a lo reportado por Joccque y Field (2014), la riqueza de taxones en el presente estuvo relacionado positivamente con el tamaño de la bromelia y el volumen del agua, estas dos variables determinan el tamaño del hábitat en las fitotelmatas estudiadas. A diferencia de lo mencionado por Srivastava (2006), en este estudio no se encontró relación entre la complejidad del hábitat a Número de hojas por bromelia y la riqueza de especies, en cambio esta última sí se vio influenciada positivamente por la altura de la bromelia. De igual manera, la abundancia de macroinvertebrados fue mayor en las bromelias grandes, pero fue menor en bromelias con agua rica en oxígeno.

ANEXOS

Anexo 1. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados registrados en las bromelias fitotelmata, de la Finca Santa Fé.

Orden	Familia	Brom 1	Brom 2	Brom 3	Brom 4	Brom 5	Total
Diptera	Limoniidae	13	1	5	2	3	24
	Syrphidae	4	0	1	0	3	8
	Culicidae	16	0	2	1	1	20
	Quironomidae	2	0	3	2	1	8
	Musidae	1	0	0	0	0	1
	Phoridae	0	2	0	0	0	2
	Ceratopogonidae	2	0	2	2	0	6
	Scyomizidae	0	0	2	2	1	5
Coleoptera	Cucujidae	1	0	0	0	0	1
	Staphylinidae	0	2	4	0	1	7
	Chrysomelidae	0	0	0	2	1	3
	Elateridae	0	2	0	0	0	2
	Scirtidae	0	1	0	0	0	1
	Nitidulidae	0	1	0	0	0	1
	Salpingidae	0	1	2	0	1	4
	Oedemeridae	0	1	0	0	0	1
	Curculionidae	0	0	0	0	2	2
Hemiptera	Macroveliidae	0	1	0	0	2	3
	Cicadellidae	0	0	2	0	1	3
	Enicocephalidae	0	0	1	0	0	1
Lepidoptera		0	0	1	0	0	1
Orthoptera	Na	0	0	1	0	0	1
Dermaptera	NA	0	0	1	0	0	1
Himenoptera	Formicidae	0	0	2	0	1	3
Blattodea	Blaberidae	1	0	6	0	3	10
	Armadillidae	1	0	3	0	0	4
Isopoda	Philosciidae	0	0	0	0	1	1
	Opiliones	0	0	7	0	5	12
Arachnida	Araneae	0	0	2	0	1	3
		0	1	0	0	0	1
Nematomorpha		0	1	0	0	0	1
Gastropoda		0	0	2	0	0	2
Total		41	13	49	11	28	142

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, N., Mora, J., Pérard, S., & Jut Solórzano, J. (2016). Extensión del Bosque Nublado y su Contribución de la Lluvia Horizontal a la Precipitación Total en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. *Ceiba*, 53, 109. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v53i2.2508>
- Alvarado, Z., & Barreno, H. (2010). *Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias de un bosque de altura, El Paraíso, Honduras* [Tesis de grado, ZAMORANO: Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/569/1/IAD-2010-T002.pdf>
- Del-Claro, K., & Guillermo, R. (2019). *Aquatic Insects Behavior and Ecology*. Springer Nature Switzerland AG. Aquatic Insects
- Dézerald, O., Talaga, S., Leroy, C., Carrias, J.-F., Corbara, B., Dejean, A., & Céréghino, R. (2014). Environmental determinants of macroinvertebrate diversity in small water bodies: Insights from tank-bromeliads. *Hydrobiologia*, 723(1), 77-86. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1464-2>
- Jocque, M., & Field, R. (2014). Aquatic invertebrate communities in tank bromeliads: How well do classic ecological patterns apply? *Hydrobiologia: The International Journal of Aquatic Sciences*, 729, 153–166. <https://doi.org/DOI 10.1007/s10750-014-1831-7>
- Jocqué, M., Kernahan, A., Nobes, A., Willians, C., & Field, R. (2010). How effective are non-destructive sampling methods to assess aquatic invertebrate diversity in bromeliads? *Hydrobiologia*, 649, 293-300. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0272-1>
- Kappelle, M., & Brown, A. (2001). *Bosques nublados del neotrópico*. INBio. https://www.researchgate.net/publication/254778948_Introduccion_a_los_Bosques_Nublados
- Liria, J. (2007). *Fauna fitotelmata en las bromelias Aechmea fendleri André y Hohenbergia stellata Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela*. 4(1), 033-038.

- López Barrera, F., García-Franco, J. G., Mehltreter, K., Rojas-Soto, O., Aguirre, A., Ortega-Pieck, A., Montes-Hernández, B., Aguilar-Dorantes, K., Díaz-Sánchez, A., Vázquez-Carrasco, G., & Santiago, B. (2016). *Capítulo 4. Ecología de la restauración del bosque nublado en el centro de Veracruz* (pp. 103-130).
- Mendes, H., Andersen, T., & Jocque, M. (2011). *A new species of Polypedilum Kieffer from bromeliads in Parque Nacional Cusuco, Honduras (Chironomidae: Chironominae)*. 3062, 46-54. <https://doi.org/10.11646/zootaxa3062.1.5>
- Monge, J., & Morales, C. (2013). *Centenario de la publicación de "Las bromeliáceas epífitas consideradas como medio biológico" (1913) Clodomiro Picado Twilight, pionero de la ecología de las bromeliáceas*. 61(4), 1537-1542.
- Montalvo, V., & Montserrath, M. (2015). *Propuesta metodológica para medir la precipitación horizontal en el bosque nublado de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras*. 27.
- Mosquera, Z., Gómez, M., & González, M. (2016). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos asociados con Bromeliaceae en una zona de bosque pluvial tropical, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 6, 147. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v6i2.350>
- Nielsen, W. (2011). *Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (Catopsis spp.) de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras* [Tesis de grado, ZAMORANO: Escuela Agrícola Panamericana]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/410>
- Serrano, J. (2012). *Dinámica de comunidades de Artrópodos, asociados a epífitas fitotelmatas artificiales, en Zapotitlan de las Salinas, Puebla*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana]. http://www.lareferencia.info/vufind/Record/MX_0b5771be6003bc72e110c02d1f31be0a/Details

Srivastava, D. S. (2006). Habitat structure, trophic structure and ecosystem function:

Interactive effects in a bromeliad–insect community. *Oecologia*, 149(3), 493-504.

<https://doi.org/10.1007/s00442-006-0467-3>

Zavala, S. (2002). *Inventario de bromelias epífitas del bosque nebuloso de la montaña El*

Volcán, El Paraíso, Honduras [Tesis de grado, ZAMORANO: Escuela Agrícola

Panamericana]. <http://hdl.handle.net/11036/2292>