"Artrópodos asociados a la familia bromeliaceae en dos bosques del cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe"

Anthony Guarnizo[1]
pblg2016014@uea.edu.ec

León Arcos Jorge, M. Sc[1]
jl.leona@uea.edu.ec

[1]Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida
Carrera de Biología

Resumen

La familia Bromeliaceae es una indicadora sensible de la biodiversidad por las interacciones que establecen con los invertebrados en ecosistemas naturales. Se determinó la diversidad de artrópodos presentes en individuos de la familia bromeliaceae en un bosque premontano y montano en la provincia de Zamora Chinchipe. En cada tipo de bosque se consideró como zona de estudio, un transecto lineal de 1000 m x 20 m, estableciendo 10 unidades de muestreo de 2 m^2, con una distancia entre ellas de 98 m cada una. El muestreo fue realizado por única vez de forma directa y aleatoria. Se observó en total 470 individuos de artrópodos en ambos tipos de bosque, mismos que fueron fotografiados e identificados. La mayor abundancia de artrópodos se encontró en el bosque premontano donde se observaron 288 individuos, en contraste al bosque montano, donde se observaron 182 individuos, mostrando una diferencia significativa ($p < 0,05$). Se concluye que, a menor altitud y precipitación, las bromelias tienden a ser más abundantes, generando mayor cantidad de nichos ecológicos y favoreciendo la diversidad de estos artrópodos en la provincia de Zamora Chinchipe.

Palabras clave: Bosque montano, bosque premontano, dominancia, artropofauna.

Abstract

The Bromeliaceae family is a sensitive indicator of biodiversity due to the interactions they establish with invertebrates in natural ecosystems. The diversity of arthropods present in individuals of the bromeliaceae family in a premontane and montane forest in the province of Zamora Chinchipe was determined. In each type of forest, a linear transect of 1000 m x 20 m was considered as a study area, establishing 10 sampling units of 2 m2, with a distance between them of 98 m each. Sampling was performed only once, directly and randomly. A total of 470 individuals of arthropods were observed in both types of forest, which were photographed and identified. The highest abundance of arthropods was found in the premontane forest where 288 individuals were observed, in contrast to the montane forest, where 182 individuals were observed, showing a significant difference ($p < 0,05$). It is concluded that, at lower altitude and rainfall, bromeliads tend to be more abundant, generating a greater number of ecological niches and favoring the diversity of these arthropods in the province of Zamora Chinchipe.

Keywords: Montane forest, premontane forest, dominance, arthropofauna.

1. Introducción

Las bromelias son plantas que tienen una amplia relación con algunos vertebrados e invertebrados ya que contribuyen al aumento de nichos para estos animales (Ospina-Bautista et al., 2008). Las fitotelmata son pequeños cuerpos de agua que provienen de secreciones líquidas producidas por las plantas o de las precipitaciones y que se reservan temporal o permanente en plantas o partes de ellas como tallos, ejes de hojas, frutos o flores. En el caso de las bromelias la formación de estanques se ve facilitada por la disposición de sus hojas en roseta, lo cual permite la reserva de agua y detritus (Ospina-Bautista et al., 2008).

Las bromelias se encuentran en una amplia variedad de ambientes en el Ecuador, pero son más diversas en las estribaciones andinas (León-Yánez et al., 2019). No obstante, en los bosques amazónicos montanos y premontanos encuentran su hábitat varias especies endémicas de *Aechmea* y la única de *Ronnbergia*, y otras especies pertenecientes a los géneros *Guzmania*, *Tillandsia* y *Pitcairnia* (León Yánez et al., 2019). Existe mayor

abundancia de bromelias principalmente del género *Guzmania* y *Tillandsia* en los bosques premontanos (Pihuave, 2010).

La diversidad de invertebrados en las fitotelmatas y en este caso de las brácteas de las bromelias ha sido muy poco estudiada, sin embargo, en la región amazónica la diversidad de distintos grupos de artrópodos asociados a bromelias es alta, como en el caso del estudio realizado por Reyes Vásquez y Tutillo Moyón (2011) en la cordillera del Kutukú de la provincia de Morona Santiago quienes determinaron que hubo un mayor registro de invertebrados en las familias Formicidae, Muscidae y Scirtidae. En el género *Tillandsia* se destacaron las familias Cryptocercidae, Blattidae y Tipulidae (Reyes Vásquez & Tutillo Moyón, 2011).

La presente investigación propone examinar la diversidad de organismos que habitan de manera relacionada a los géneros *Guzmania* y *Tillandsia* en dos tipos de bosques (montano y premontano) de la provincia de Zamora Chinchipe. Por tanto, entender desde el punto de vista de la interrelación invertebrados-planta es importante para la protección de la biodiversidad de Ecuador, y servirá para futuros programas de investigación y conservación.

2. Metodología de la Investigación

2.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en el cantón Zamora en dos sectores, en el área perteneciente al barrio Tunantza con las siguientes coordenadas 4°04′ S 78°57′ O y en la parroquia Cumbaratza con coordenadas 3°59′ S 78°52′ O, en la parte sur de la provincia de Zamora Chinchipe. Este sector se encuentra en una zona de clima cálido húmedo, donde su pluviosidad anual varía entre 2000 a 3000 milímetros al año, su temperatura promedio es de 20–22˚C, en un rango altitudinal entre los 950 y 1850 m (Guayasamín & Bonaccorso, 2011).

El estudio se realizó en dos tipos de formaciones vegetales (bosque premontano y montano) debido a que las condiciones ambientales varían en el espacio y esto genera regiones naturales con propiedades divergentes lo cual podría influenciar en la diversidad de artrópodos.

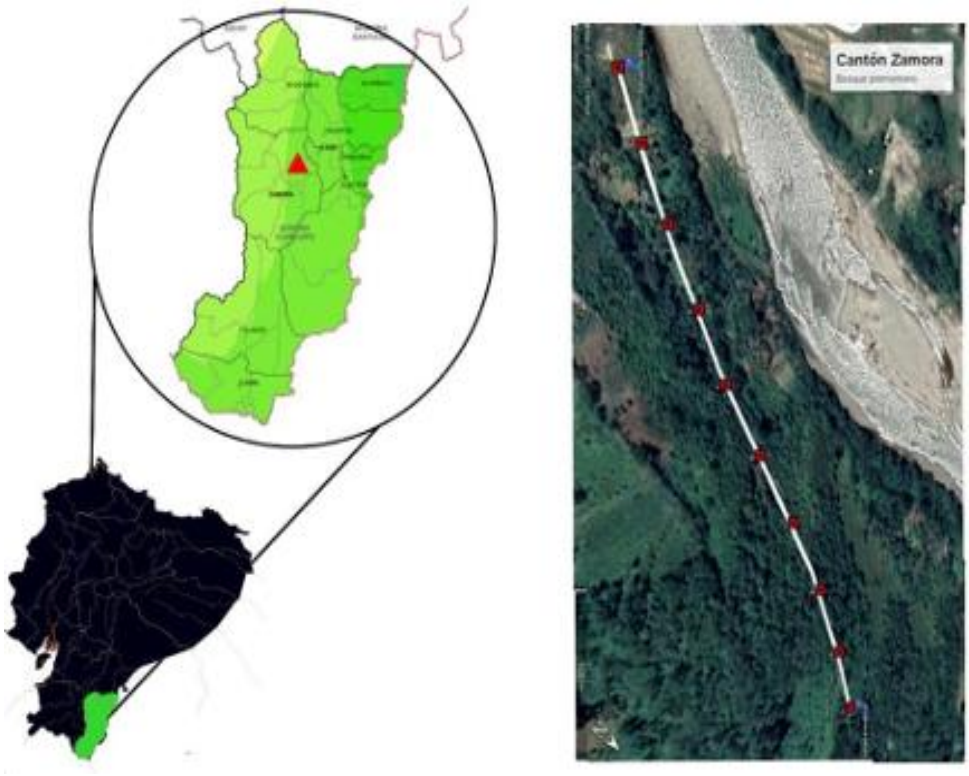
2.1.1. Bosque premontano

Este bosque varía en un rango de elevación entre los 800 y 1300 msnm. Su clima es húmedo y moderadamente cálido, lo que permite una mayor diversidad en cuanto a la flora, su precipitación media anual es de 2100 mm y la temperatura promedio de 25ºC (Ron, 2020). En estos bosques hay dominancia de árboles de las familias: Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae los cuales están cubiertas por una gran cantidad de epífitas como musgos, orquídeas y helechos (Ron, 2020). Además, la cobertura vegetal del área de estudio está compuesta principalmente de especies arbóreas como: *Iriartea deltoidea, Grias peruviana, Piper cuspidispicum* (Jiménez et al., 2017). En la zona de estudio se observó géneros de bromelias como G*uzmania, Pitcairnia* y *Tillandsia.*

En este tipo de bosque se estableció el primer transecto a los 900 msnm en las coordenadas 4°2' S 78°54'O (Figura 1).

Figura 1.

Transecto 1 ubicado en el bosque premontano



Nota: Transecto 1 ubicado en el bosque premontano (900 msnm), sector Tunantza, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. Tomado de Google Earth (25/06/2021).

2.1.2. El Bosque Montano

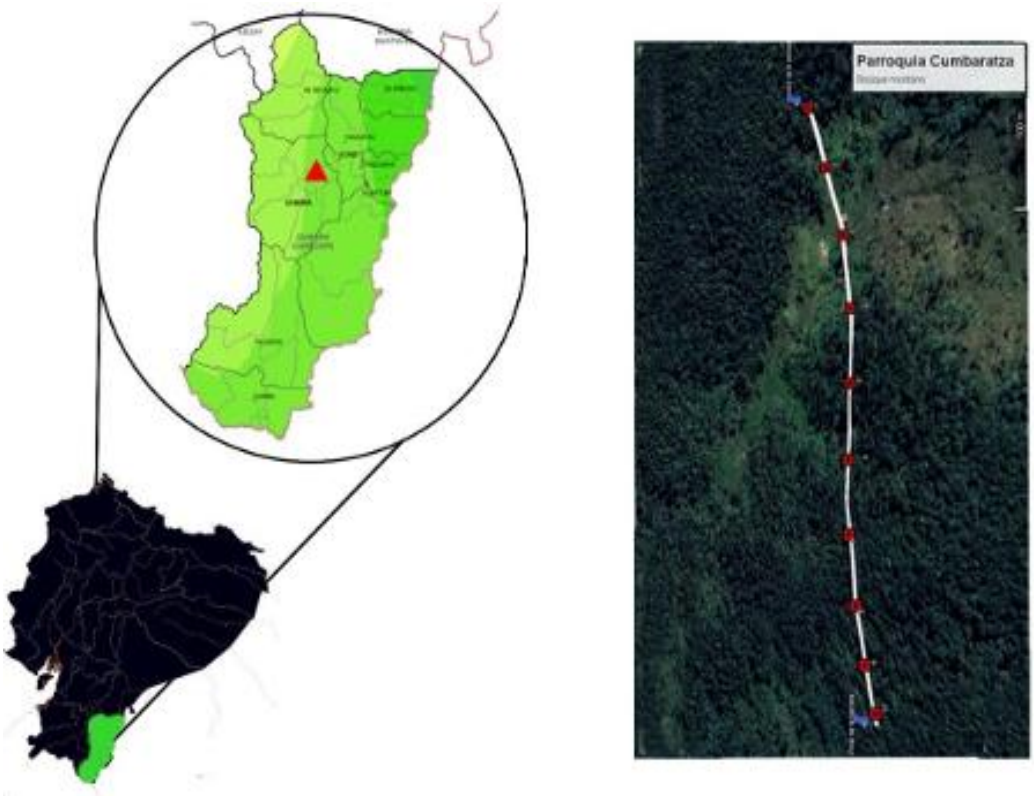
Este tipo de bosque se estima que comienza a los 1500 m de altitud, aunque en realidad varía e incluso está influenciado por la geografía local. En general, el bosque montano abarca bosques templados dentro de la zona tropical que varían en elevación desde aproximadamente 1500 m hasta 3600 m donde su precipitación anual generalmente excede 1000-1200 mm, y las nubes a nivel del suelo son frecuentes. La temperatura mínima anual en el límite inferior del bosque de montaña es de aproximadamente 17 ° C, precipitación anual de 2138 mm y un potencial de evapotranspiración de 56 mm (Sierra, 1999; FAO y PNUMA, 2020).

Los bosques montanos encierran una inmensa diversidad biológica especialmente florística, estos bosques tienen una importancia global por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de la calidad del agua (Maldonado, Herrera, Gaona & Aguirre, 2018). Especies de familias botánicas de la zona húmeda tropical, normalmente encontradas en este rango de altitud son: Cyclanthaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae e Hymenophyllaceae (Robledo Zapata, 2013).

En este tipo de bosque se estableció el segundo transecto a los 1800 msnm en las coordenadas 3°58' S 78°53'O (Figura 2)

Figura 2.

Transecto 2 ubicado en el bosque montano



Nota: Transecto 2 a una altura de 1800 msnm en la parroquia Cumbaratza, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. Tomado de Google Earth (25/06/2021).

2.2. Tipo de investigación

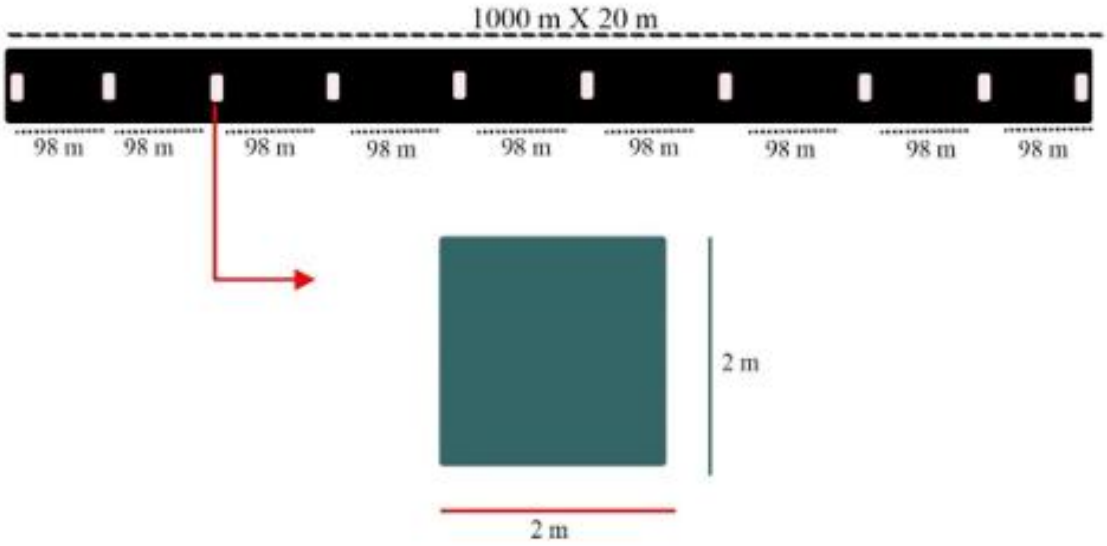
La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo; se contabilizó el total de las especies y se realizó una descripción tanto de artrópodos como bromelias que estuvieron presentes dentro del área de investigación.

2.3. Establecimiento de los transectos

Se realizó un transecto de 1000 m x 20 m en el bosque premontano y bosque montano, respectivamente y fue dividida en 10 unidades de muestreo de 2 m^2 separadas por una distancia de 98 m cada una, estas 10 unidades de muestreo fueron enumeradas del uno al diez en la cual se escogieron al azar cinco (Figura 3) (Chicaiza, 2012).

Figura 3.

Modelo del muestreo aleatorio simple



2.4. Muestreo de artrópodos sobre las bromelias

Por cada transecto se procedió a contabilizar e identificar las especies pertenecientes a la familia Bromeliaceae enfocándose en los géneros *Tillandsia* y *Guzmania*. El total de Las especies de los dos géneros de bromelia se etiquetaron, se contabilizaron, y se fotografiaron. Para el registro de los artrópodos se realizó la manipulación y observación directa en los dos géneros de la familia Bromeliaceae. Se procedió a la extracción con la ayuda de una pinza o manualmente. El número de individuos de artrópodos observados en cada bromelia fueron contados, registrados en una libreta, se fotografiaron y posteriormente fueron liberados: Metodología descrita por Luna (2005).

2.5. Documentación fotográfica de las especies de artrópodos

Las herramientas que se utilizaron para la toma de datos de los artrópodos fueron: cámara, lápiz, libreta, pinzas, etiquetas, cinta y un gancho. La documentación fotográfica de las especies de artrópodos fue tomada in situ con una cámara Nikon D5600 DSLR con lente de 18-140 mm, y se realizaron láminas fotográficas con la ayuda de Adobe Photoshop (Versión 22.1.1).

2.6. Identificación de familias de artrópodos

Los artrópodos se identificaron hasta el nivel taxonómico de familia mediante las claves entomológicas de Malfatti, Ferreira & Utz (2020). Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico (Barrios & Puig, 2012) y la Guía para la identificación de invertebrados acuáticos (Palma, 2013).

2.7. Análisis de datos

Se calculó la diversidad específica mediante los índices de Shannon-Wiener, índice de Margalef y Simpson con la ayuda del software Past4, esto para cada transecto ubicado en los dos tipos de bosques (Vargas-Batis et al., 2017; Valdez et al., 2018).

Se utilizó un Anova para determinar diferencias en la diversidad de invertebrados (índice de Shannon) entre distintos géneros de bromelias (factor) en cada uno de los tipos de bosque (tratamientos), para estos análisis se usó el software IBM SPSS Statistics versión 23.0. Se calculó también las semejanzas mediante el índice de Morisita usando el programa Past 4 (Hammer, Harper & Ryan, 2001).

Se realizó un análisis de correlación con el fin de encontrar un grado de variación conjunta entre los individuos de los géneros de bromelias evaluados en cada transecto y la riqueza de artrópodos observados usando el software IBM SPSS Statistics versión 23.0 (Pardo Merino & Ruíz Días, 2001).

3. Resultados y discusión

3.1. Número total de individuos, índices de abundancia y riqueza.

En total se hallaron 470 individuos de artrópodos distribuidos en 14 órdenes y en 35 familias en los 42 individuos repartido en los dos géneros (Guzmania y Tillandsia) de bromelias encontradas en los dos transectos. En el bosque premontano se observó un total de 288 individuos pertenecientes a 14 órdenes y 27 familias en 25 bromelias, mientras que en el bosque montano se logró encontrar un total de 182 individuos pertenecientes a 9 órdenes y 20 familias en 17 bromelias (Tabla 1).

Tabla 1.

Número de órdenes, familias e índices ecológicos de la artropofauna observada en los bosques premontano y montano.

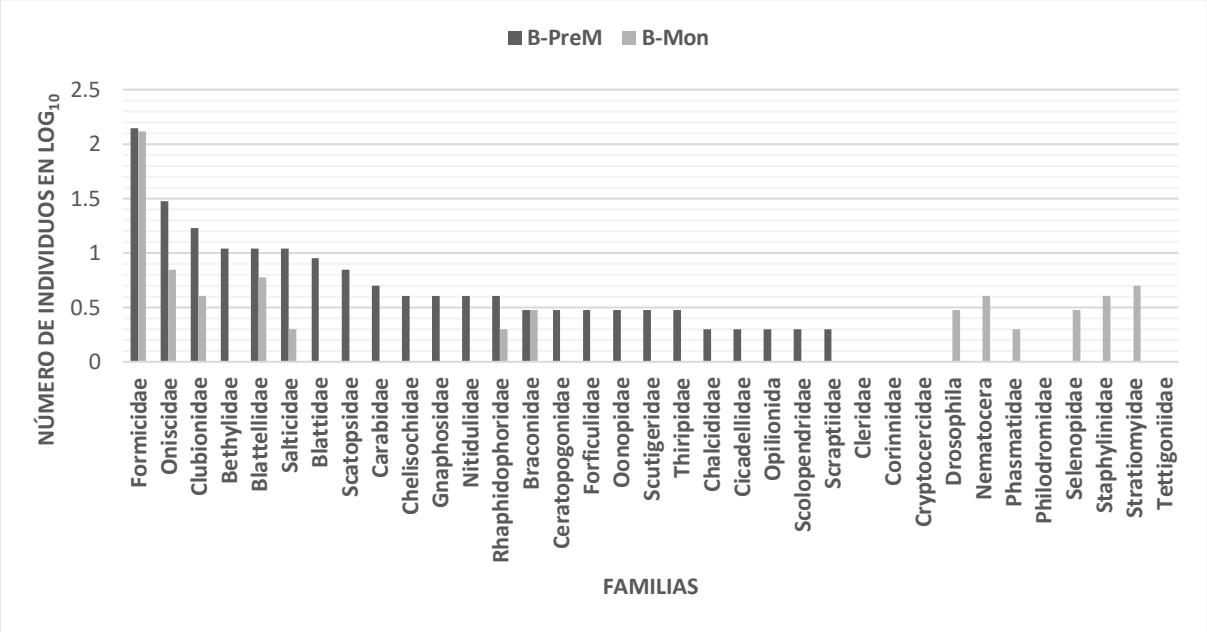
BOSQUE	Premontano (900 msnm)	Montano (1800 msnm)	Total
Abundancia de individuos	288	182	470
Orden	14	9	
Familia	27	20	
Riqueza (Dα)	3,62	2,29	
Diversidad (H ')	2,50	1,82	
Dominancia (D)	0,25	0,18	
Equidad (1-D)	0,94	0,93	

Al calcular la diversidad de Shannon se reportó un valor de H '= 2,50 y riqueza de Margaleft de Dα = 3,62 para el bosque premontano y para el bosque montano un valor de H '= 1,82 y de riqueza de Margaleft Dα = 2,29, determinando una diversidad y riqueza media en las familias de artrópodos, siendo similar a los resultados obtenidos en un estudio realizado por Pihuave (2010) en donde obtuvieron un valor de 1,62 y 1,84 en un bosque siempreverde montano bajo y un bosque de neblina montano en la provincia de Zamora Chinchipe.

Las familias de artrópodos que presentaron mayor abundancia en el bosque premontano fueron Formicidae, Oniscidae y Clubionidae y en el bosque montano se observó mayor abundancia de las familias Stratiomydae, Staphylinidae y Selenopidae (Figura 4) estos resultados coinciden con los trabajos realizados por Guzmán Jacob (2013) y Reyes Vásquez y Tutillo Moyón (2012) que reportaron mayor abundancia en las familias Formicidae, Clubionidae y Selenopidae. Es decir, que las familias mencionadas se desarrollan muy bien dentro de estos tipos de bosques, lo cual pueden estar determinadas por las condiciones ecológicas presentes dentro de los ecosistemas.

Figura 4.

Número de artrópodos en cada tipo de bosque



Nota: Número de individuos (Log_{10}) por familias de artrópodos observados en las bromelias del bosque premontano (B-PreM) y montano (B-Mon).

3.2. Diferencias en la diversidad de invertebrados entre los dos géneros de bromelias (*Guzmania* y *Tillandsia*) en cada tipo de bosque

A continuación, se detalla el número de individuos de bromelia, número de órdenes y familias de invertebrados encontrados en cada tipo de bosque. Así mismo, se realizó el análisis de diversidad (Shannon Wiener) por cada género encontrado en el bosque premontano y montano.

Tabla 2.

Número de órdenes, familias e índice ecológico (Shannon) de la artropofauna por cada género de bromelia analizados en los dos tipos de bosques.

	Guzmania		*Tillandsia*	
	Bosque premontano	Bosque montano	Bosque premontano	Bosque montano
N°. Bromelias	21	4	6	11
No. Órdenes	10	4	11	8
No. Familias	23	7	12	16
Shannon Index	3,509	2,222	2,368	2,581

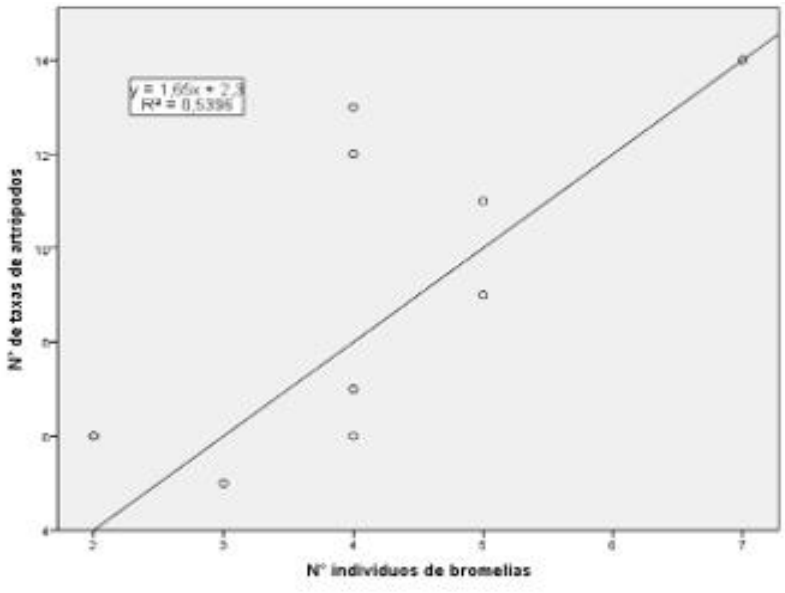
La mayor diversidad de artrópodos se ubica en el bosque premontano a una altitud de 900 msnm, se estima que hubo mayor diversidad ya que aquí el dosel es más rico en flora y artropofauna como lo menciona Ron (2020). Además, el género de bromelia que más predomina en estos rangos de altitud es *Guzmania*, donde coincide con el mayor número de invertebrados observados, esto puede deberse a que sus hojas se encuentran formando una roseta, lo que facilita la acumulación de agua y nutrimentos que serán utilizados por los artrópodos (Pihuave, 2010).

3.3. Correlación entre la riqueza de individuos de bromelias y la riqueza de artrópodos

En las bromelias del bosque premontano se observó 14 taxa de artrópodos a los 900 msnm, y en las del bosque montano 12 taxa a 1800 msnm. La correlación entre el número de individuos de bromelias y la riqueza de artrópodos indicó que hubo fuerte asociación (R = 0,73, p = 0,02) (Figura 5). Esto puede deberse a la disposición de sus hojas y al tamaño del tanque, lo cual proveen refugio a insectos, ácaros, moluscos, etc. Por esta razón las bromelias son consideradas de gran importancia ecológica (Chicaiza, 2012). Además, los bosques montanos y premontanos que se encuentran en la región amazónica ecuatoriana presentan un dosel que alcanza los 30 m o más que generalmente están cubiertos por epífitas y en mayor abundancia la familia Bromeliácea (Ron, 2020).

Figura 5.

Correlación entre el número de individuos de bromelias y el número de taxas de invertebrados.

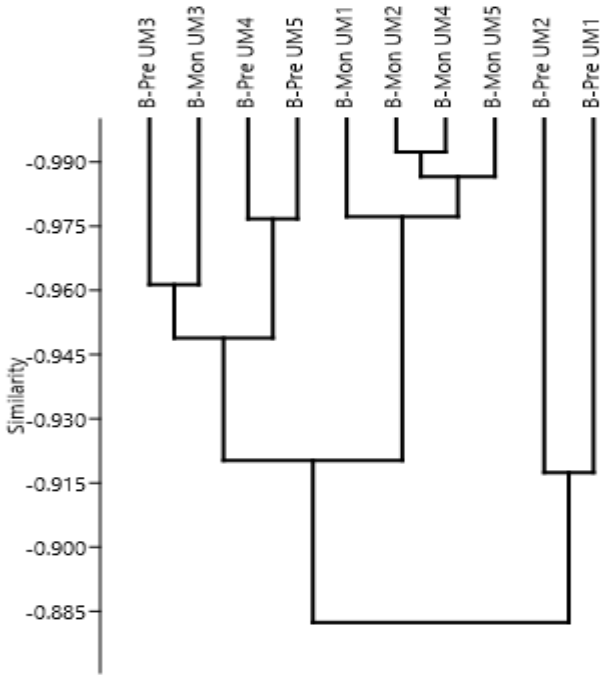


3.4. Similitud de la artropofauna asociada a bromelias

Para la similitud se utilizó el índice de Morisita ya que es un índice sensible a la cantidad de individuos de cada familia de artrópodos, lo cual concuerda con el estudio. Se determinó que no hubo diferencias significativas para la riqueza de artrópodos en la familia Bromeliaceae de cada tipo de bosque. A pesar de que el grado de similitud haya sido alto con un porcentaje de 49% de familias compartidas, hubo familias que se encontraron exclusivamente en cada tipo de bosque (Figura 6).

Figura 6.

Similitud de la artropofauna en los dos tipos de bosque



Nota: Datos de la similitud de la artropofauna entre las unidades muestrales (UM) en los dos tipos de bosques (Bosque Montano B-Mon y Bosque Premontano B-Pre)

En las bromelias de ambos tipos de bosque se observaron hormigas (Formicidae). Las familias Oniscidae y Salticidae se mostraron dominantes en el bosque premontano, además, una de las familias de las blatáridos (Blattidae) se presentó únicamente en este bosque. En el bosque premontano se presenció mantis (Phasmatidae), también hubo la presencia de arañas pertenecientes a la familia Selenopidae. El bosque montano además de mostrar abundancia de hormigas también presentó abundancia de dípteros como es el caso de la familia Stratiomyidae.

3.5. Documentación fotográfica de artrópodos más representativos en el bosque montano y premontano

Tabla 3.

Familias más representativas del bosque premontano y montano.

Familia	Formicidae	Scolopendridae	Blattidae	Scutigeridae	Carabidae	Oniscidae
B-PreM	140	2	9	3	5	30
B-Mon	130	0	0	0	0	7
Abundancia	270	2	9	3	5	37

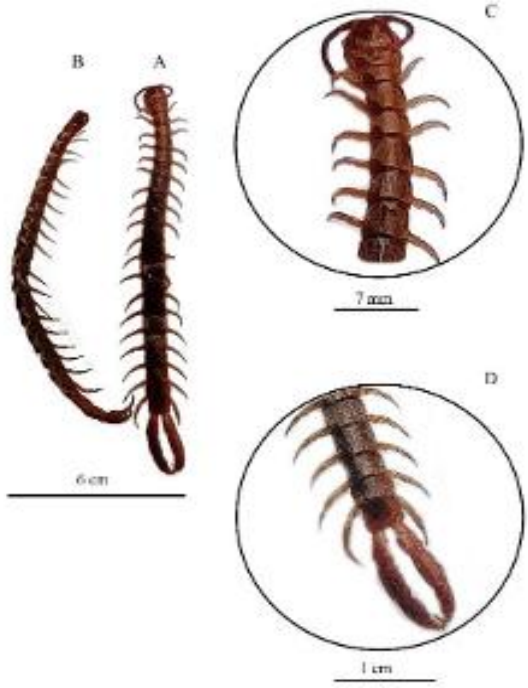
Dentro de la identificación de los artrópodos, se tomó en cuenta seis familias por su abundancia y por presentarse exclusivamente en cada tipo de bosque. (Tabla 3). Una representación de los organismos de estas familias se incluye en láminas a continuación.

Figura 7.
Individuo perteneciente al orden Hymenoptera



Nota: familia Formicidae. A) Vista dorsal. B) Vista ventral. C) vista lateral.

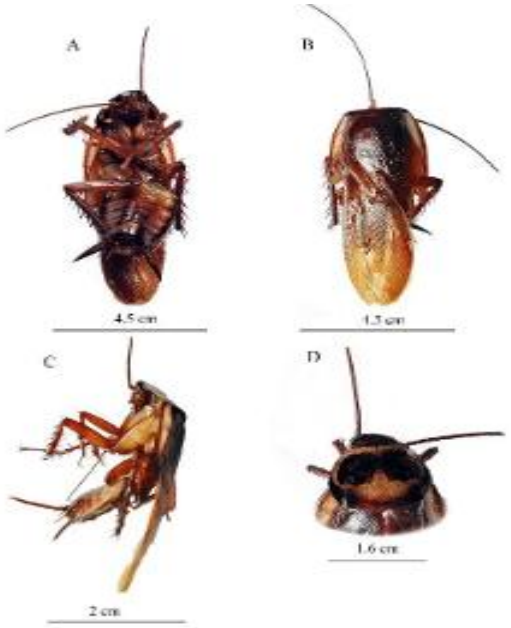
Figura 8.
Individuo perteneciente al orden Scolopendromorpha.



Nota: Únicamente localizada en el bosque premontano. A) vista dorsal. B) Vista lateral. C) Vista dorsal de la cabeza. D) Vista del último par de patas.

Figura 9.

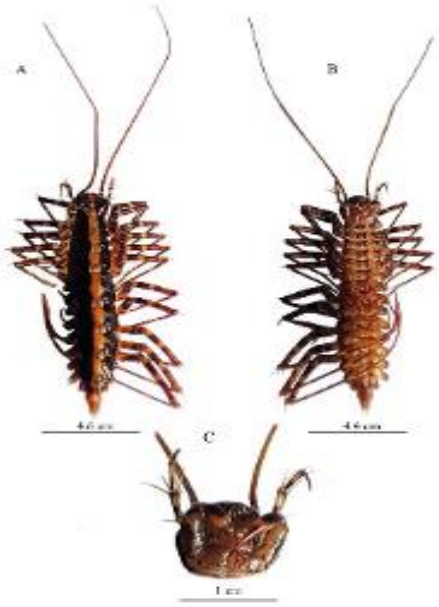
Individuo perteneciente al orden Blattodea



Nota: familia Blattidae. Esta familia se presenció únicamente en el bosque premontano. A) Vista ventral. B) Vista dorsal. C) Vista lateral. D) Vista dorsal de la cabeza.

Figura 10.

Individuo perteneciente al orden Scutigeromorpha



Nota: familia Scutigeridae. Únicamente se observó en el bosque premontano. A) Vista dorsal. B) Vista ventral. C) Vista ventral de la cabeza.

Figura 11.

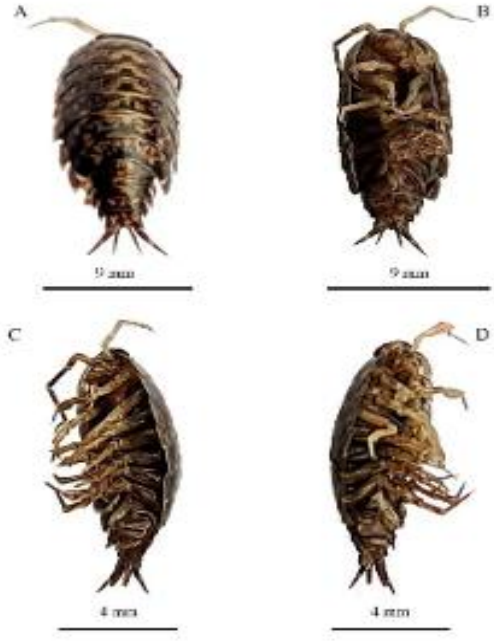
Individuo perteneciente al orden Coleóptera



Nota: familia Carabidae. Presente en el bosque premontano y montano A) Vista dorsal. B) Vista ventral. C) Vista lateral.

Figura 12.

Individuo perteneciente al orden Isópoda



Nota: familia Oniscidae. Presente en el bosque premontano y montano. A) Vista dorsal. B) Vista ventral. C) Vista lateral izquierda. D) Vista lateral derecha.

Conclusiones

- En el bosque premontano debido a ciertas características ambientales como la temperatura que oscila entre los 18º a 25ºC permite un clima más cálido, humedad relativa (media mensual de 70%) y precipitación (media anual de 2100 mm) pudo influir en la presencia de un mayor número de individuos de bromelias y por ende en una mayor riqueza de artrópodos en comparación con el bosque montano donde se encontró menor abundancia y riqueza de individuos.
- La similitud de la artropofauna asociada a bromelias no mostraron diferencias significativas de la riqueza, es decir, que el 49% de las familias fueron compartidas en los dos tipos de bosque.
- En los dos tipos de bosque fue común encontrar individuos de la familia Formicidae (hormigas). Las familias Oniscidae y Salticidae se mostraron dominantes en el bosque premontano y la familia Stratiomyidae se mostró dominante en el bosque montano.

Referencias

Barrios, E., & Puig, A. (2012). *Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Burt-Utley, J. F., & Burt-Utley, K. (1991). Bromelias (Bromeliaceae) (piña silvestre, piñuelas, chiras, wild pinaple). Janzen, *D. Historia Natural de Costa Rica. Traducción de Manuel Chavarría. San José, Costa Rica, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 115pp.*

Chaparro, D. M. M., Morillo, I. M. R., Cruz, M. F., & García-Franco, J. G. (2011). *La familia bromeliaceae en México*. SAGARPA, Secertaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SNICS, SINAREFI, Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

Chicaiza Chalco Luis Wellington. (2012). *Diversidad y riqueza de bromelias en tres riparios del cantón Rumiñahui, Ecuador* (Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-IASA I. Sede El Prado.). Recuperado de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7927

Elzinga, R. (2004). *Fundamentals of entomology*. 6a ed. New Jersey, USA: Prentice Hall.

FAO (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma. 224 pp.

FAO y PNUMA. (2020*). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas.* Roma. Doi: 10.4060/ca8642es.

García, M. (2008). *Macroartrópodos asociados a la bromelia Tillandsia prodigiosa (Lem.) Baker en dos localidades de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca.* (Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional).

Google, E. (2021). Google Earth: Mapa de la parroquia Cumbaratza, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Tomado el 25 de junio del 2021.

Google, E. (2021). Google Earth: Mapa del sector Tunantza, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Tomado el 25 de junio del 2021.

Guayasamín, J. M., & Bonaccorso, E. (Eds.). (2011). *Evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador.* Conservación Internacional.

Guzmán-Jacob, V. (2013). *Diversidad de macroartrópodos asociados a tres especies de Tillandsia (Bromeliaceae) en Tlalnelhuayocan Veracruz.* (Tesis de grado, Universidad Veracruzana). Recuperado de https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42619/GuzmanJacobValeria.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hammer, O., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron*, *4*(9).

Jiménez, L., Gusmán, J., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E., Benito, M., & Rubio, A. (2017). Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *7*(1), 17–29.

León-Yánez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa & H. Navarrete (eds.). (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición.* Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Liria, J. (2007). Fauna fitotelmata en las bromelias Aechmea fendleri André y Hohenbergia stellata Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Revista Peruana de Biología, 14*(1), pp. 33-38.

Llorente Bousquets, J. E., Morrone Juan J., Yáñez Ordóñez, O., Vargas Fernández, I. (Eds.). (2004). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* México: Facultad de Ciencias UNAM.

Luna, J. M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín sociedad entomológica Aragonesa, 37*(3), 385-408.

Maldonado Ojeda, S., Herrera Herrera, C., Gaona Ochoa, T., & Aguirre Mendoza, Z. (2018). Structure and floristic composition of a lower montane evergreen forest in Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa, 25*(2), 615-630.

Malfatti, E., Ferreira, P., & Utz, L. R. (2020). Eukaryotic Communities in Bromeliad Phytotelmata: How Do They Respond to Altitudinal Differences?. Diversity, 12(9), 326.

Metcalf, C. L., Flint, W. P., & Metcalf, R. L. (1951). Destructive and useful insects. *Destructive and useful insects.*, (Edn 3).

Montero, G., & Barberis, I. (2007). Los Fitotelmata en los Agroecosistemas Pampeanos. *Agromensajes, 1*. 39-40.

Morillo, Gilberto., Briceño, Benito., Oliva-Esteva, Francisco (2009). Bromeliaceae de los páramos y subpáramos Andinos Venezolanos. *Acta Botanica Venezuelica, 32*(1), 179-224.

Nadkarni, NM (1994). Diversidad de especies e interacciones en el dosel arbóreo superior de los ecosistemas forestales. *Zoólogo estadounidense*, *34*(1), 70-78.

Ospina-Bautista, F., Estévez-Varón, J. V., Betancur, J., & Realpe Rebolledo, E. (2004). Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a Tillandsia turneri Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zoológica Mexicana,20*(1), 153-166.

Ospina-Bautista, F., Varón, J., Realpe, E., & Gast, F. (2008). Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña. *Revista Colombiana de Entomología, 20*(1), 224–229.

Palma A. 2013. *Guía para la identificación de invertebrados acuáticos.* 1era Edición. 122 pp.

Pardo Merino, A., & Ruiz Díaz, M. Á. (2001). Análisis de correlación lineal. Los procedimientos Correlaciones bivariadas y Correlaciones parciales. *SPSS 10. Guía para el análisis de datos*, 323-335.

Pihuave Encalada, A. C. (2010). *Caracterización de la mesofauna en bromelias (Guzmania gloriosa y Tillandsia sp) en dos pisos altitudinales en el sector de Cajanuma* (Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja) Recuperado de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5332/1/Pihuave%20Encalada%20Andrea.pdf

Ribera, I., Melic, A., & Torralba, A. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos. *Revista Ide@-SEA, 2*, 1-30.

Reyes Vásquez, A. R., & Tutillo Moyón, V. C. (2020). *Diversidad de invertebrados asociados a cuatro especies de bromelias y su relación con la cubierta vegetal en dos zonas del Kutukú, parroquia de Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago* (Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18609/1/UPS%20-%20ST004523.pdf

Robledo Zapata, C. J. (2013). *Análisis estructural del bosque natural en las Quebradas Q2 y Q5, ubicadas en la Estación Científica "San Francisco" Zamora – Chinchipe. Ecuador*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura). Recuperado de https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1345/BIO-ROB-ZAP-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, J. & Casanova, C. (2002). Estudio preliminar de la entomofauna asociada a *Tillandsia turnerii* Backer (Bromeliaceae) en un bosque de encino de la meseta de Copoya, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Reporte Ténico. UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Ron, S. R. 2020. Regiones naturales del Ecuador. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>.

Ruppert, E.E. & Barnes, R.D. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, 1064 pp.

Segales, B., Chávez, A. L., Ramos, M. M., Pacheco, D., Vera, R. Q., Maquera, A. V., Piérola, M. V., Miranda, Y. Z., & Villasante, F. (2012). *Efecto Del Dominio Medio En La Composición Y Altitudinal En El Bosque De Queñua En El Distrito De Chiguata-Arequipa A; En los meses de sptiembre - noviembre 2012l*.

Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco ciencia. Quito, Ecuador.

UNEP. (1992). The State of the Environment (1972-1992): Saving Our Planet: Challenges and Hopes. United Nations Environment Programme.

Valdez M., Carlos Gerardo, Guzmán L., Marco Antonio, Valdés G., Arcadio, Forougbakhch P., Rahim, Alvarado V., Marco Antonio, & Rocha E., Alejandra. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, *66*(4), 1674-1682. doi: 10.15517/rbt.v66i4.32135

Vargas-Batis, B., Mendoza-Betancourt, E. O., Escobar-Perea, Y., González-Pozo, L., & Rizo-Mustelier, M. (2017). Diversidad entomológica en dos fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*, *22*(2), 23-43. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615002.pdf?fbclid=IwAR3aV2oKzWoU_6h5Jlfcf-1pjTQcp6DbcZ6HDs9P8UYcPuOu8GI7zan3N80

Villacís Pérez, E. (2011). *Variación altitudinal en la diversidad y composición de la comunidad de invertebrados asociada a bromelias en un bosque nublado del noroccidente de Pichincha* (Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito). Recuperado de https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1437/1/101763.pdf

ANEXOS

Marco Teórico

Invertebrados

Los invertebrados representan el grupo más abundante de especies en el planeta, estos son animales que carecen de espina dorsal y constituye a más del 95% de este tipo de animales, junto a numerosos subgrupos de especies desde esponjas a calamares gigantes. Dentro de ellos existe un gran grupo llamado artrópodos (FAO, 2016).

Artrópodos

Los artrópodos (del griego ἄρθρον, arteros, articulación, y podos, pie) son el filo más diverso de los metazoos (animales pluricelulares), con más de un millón de especies descritas. Incluyen, entre otros grupos, a las arañas, insectos, crustáceos y miriápodos. Son animales segmentados, y se caracterizan por poseer un esqueleto externo articulado compuesto de quitina, con apéndices con musculatura propia en posición ventrolateral, pareados en cada uno de los segmentos (Ribera, Melic & Torralba, 2015).

Generalidades de los artrópodos

Los artrópodos forman el 80% de todos los animales conocidos, (Rojas & Casanova, 2002). Constituyendo el 85% del total de la fauna a nivel mundial y el 65% de toda la diversidad de especies conocida, calculada alrededor de 1.7 millones de especies (Llorente, Morrone & Yánez, 2004).

Distribución y hábitat

Los artrópodos se pueden encontrar prácticamente en cualquier parte de la tierra, desde 60 cm por debajo de la superficie del suelo hasta más de 40 m de altura en las copas de los árboles, viven en una variedad de hábitats como los ecosistemas dulces acuícola o salobres (Ruppert & Barnes, 1996), los trilobites seguidos de los crustáceos son los grupos dominantes en el ambiente marino, y la clase Insecta y Arachnida presentan dominancia, pero en el ambiente terrestre (Elzinga, 2004). Tal capacidad para vivir en ambientes acuáticos y terrestres ha dado como resultado la gran diversidad de este grupo (García, 2008).

Importancia ecológica de los artrópodos

Las plantas con flores (250,000 especies) dependen en gran medida de los servicios de los insectos para la polinización, haciendo posible su reproducción sexual y la generación de semillas y frutos (Ruppert & Barnes, 1996).

Metcalf, Flint & Metcalf (1993) mencionan que también son fuente importante en la alimentación de ciertos individuos como las aves, comprendiendo desde un 50 a 60 por ciento de su dieta, de tal manera que si la población de insectos declina, las aves emigran o alteran su dieta; también forman parte de la alimentación de peces, y algunos mamíferos, y reptiles formando parte de la cadena trófica contribuyendo a la transferencia de energía mediante sus diferentes interacciones como (fitofagia, parasitismo y depredación), contribuyendo así a la preservación del equilibrio ecológico del ecosistema y al flujo de nutrientes en los ecosistemas donde se encuentran presentes.

Diversidad de artrópodos en fitotelmatas asociados a la altitud

Villacís Pérez (2011) encontró en el Noroccidente de Pichincha en un bosque nublado que la clase Insecta del filo Arthropoda conformó el 75% de las especies halladas, y también presentó la mayor abundancia de individuos de todos los taxones analizados que viven dentro de bromelias. El orden Díptera estuvo presente en todas las muestras; 'Chironomidae morfo 1' fue la morfoespecie con mayor abundancia total, seguido por el filo Nematoda con su morfoespecie 'Nematoda morfo 1', y por el orden Coleoptera con la morfoespecie 'Scirtidae morfo 1'. Este estudio explica que hay baja abundancia de artrópodos en las muestras tomadas a mayor altitud debido a que plantas epífitas vasculares y no vasculares a mayor altitud tienen menores volúmenes de agua en los bosques montanos debido a la estabilidad del ambiente y al contacto directo que tienen con el agua de las nubes. Por la dificultad de llegar a identificaciones de especies se han realizados comparaciones de diversidad a nivel de familias y ordenes de artrópodos.

En el sector Cajanuma que se encuentra entre la provincia Loja y el cantón Zamora se colectaron 1869 individuos de mesofauna, en el género Guzmania se encontró 1312 organismos y para Tillandsia se encontró un total de 557 organismos donde la mayor riqueza y abundancia de Guzmania y Tillandsia en 2800 y 3100 fueron la familia Oribatidae, la clase Ostracoda y la subfamilia Orthocladiinae (Pihuave, 2010).

Factores tales como la cantidad y la calidad del recurso alimenticio y las condiciones fisicoquímicas presentes dentro de la bromelia pueden afectar a la comunidad de invertebrados asociados al tanque (Ospina-Bautista, Estévez-Varón, Betancur &

Realpe, 2004). La cantidad de hojarasca que entra a la bromelia proveniente del dosel determina la disponibilidad de nutrientes para la comunidad de invertebrados, por lo que afecta su riqueza y abundancia y la longitud de la cadena trófica (Ospina Bautista et al., 2004).

Familia Bromeliaceae

La familia bromeliaceae son plantas herbáceas, terrestres, litófitas que crecen sobre piedras o bien son epífitas que se desarrollan sobre árboles y cactus. Usualmente tienen forma arrosetada y sin tallo, con las inflorescencias conspicuas que emergen generalmente del centro de la roseta, y con flores y frutos de colores muy vistosos (Chaparro et al., 2011).

Características de la familia Bromeliaceae

La mayoría de las bromelias son de hábitos epífitos, pero existen algunos géneros de hábitat terrestre y saxícola. Son plantas herbáceas, frecuentemente de hábitos xerofíticos. Suelen reproducirse por semillas e hijuelos; las hojas son en su mayoría alargadas, a menudo serrada o entera, y en otras especies hasta filiformes, cubiertas total o parcialmente por diminutos pelos escamosos. La inflorescencia es una espiga, un racimo o panícula, (Burt-Utley & y Burt-Utley, 1991).

Distribución y hábitat

Existen factores importantes como durabilidad y capacidad de la corteza para humedecerse, el pH, y características químicas que influyen en el establecimiento de las bromelias en los árboles (Nadkarni, 1994). Estas plantas pueden ser encontradas tanto en regiones desérticas como en los bosques tropicales lluviosos, en las tierras bajas como en los altiplanos del Perú. Prefieren ciertas regiones llamadas “Centros de Frecuencia” destacando México y algunas regiones de Centroamérica como Perú, Costa Rica y Brasil en Sudamérica grupo (García, 2008).

En este estudio se trabajó con dos géneros de la familia bromeliaceae que se describen a continuación:

Género Guzmania

Son plantas epífitas, rara vez terrestres. Sus hojas tienden a tener márgenes enteros y láminas generalmente ligulado-oblongas. Escapo central. Inflorescencias con flores

hermafroditas, polísticas, dispuestas en varios planos a lo largo del raquis o de las ramas. Flores hermafroditas, sésiles o corto-pediceladas; sépalos libres o parcialmente connados. Su fruto es una cápsula septicida. Semillas con apéndices basales plumosos rectos de color pardo (Morillo, Briceño & Oliva-Esteva, 2009).

Género Tillandsia

Son plantas epífitas, rara vez terrestres. Sus hojas con márgenes enteros y láminas liguladas, triangulares o lineares. Escapo central o axilar, generalmente bien diferenciado. Inflorescencias en espigas con flores dísticamente dispuestas, a veces reducidas a una espiga polística o a una sola flor. Flores sésiles o corto pediceladas; sépalos generalmente simétricos; pétalos libres, sin apéndices, generalmente rosados, rojos, azules, lila o morados, algunas veces blancos o amarillos; ovario súpero. Fruto una cápsula septicida. Semillas erectas, angostamente cilíndricas o fusiformes, con apéndices pubescentes basales (Morillo et al., 2009).

Diversidad

Se define como diversidad biológica a la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (UNEP, 1992).

Liria (2007) señala 29 familias y unas 1500 especies de plantas, como posibles fitotelmata. La familia Bromeliaceae se estima tiene más de 2000 especies neotropicales, donde tal vez la mitad de estas especies pueden considerarse verdaderas fitotelmata. Según Montero y Barberis (2007) los fitotelmata son ambientes acuáticos formados naturalmente por una planta en el cual habitan organismos acuáticos que habitan desde hojas modificadas a partes florales, axilas foliares, cáscaras de frutos e inclusive a huecos en los troncos de los árboles.