

**Composición de macroinvertebrados
acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) de la
Reserva Biológica Uyuca, Honduras**

Warwick Patrick Nielsen Arévalo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Warwick Patrick Nielsen Arévalo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras

Presentado por:

Warwick Patrick Nielsen Arévalo

Aprobado:

José Mora, Ph.D.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Lucía López, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Nielsen Arévalo ,W P. 2011. Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 26p.

Se estudió la composición de macroinvertebrados acuáticos asociados a los depósitos de agua de 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. De las bromelias recolectadas, 20 lo fueron a una altura de 1,732 msnm y las otras 10 a una altura de 1,609 msnm. Se determinó algunas variables morfológicas de las plantas, como la altura y el ancho de las bromelias. Se calculó el área y volumen del cono y se correlacionaron con la fauna presente. Se estimaron índices de riqueza, abundancia y dominancia. Los macroinvertebrados encontrados en las bromelias fueron clasificados e identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Se recolectó 1,930 individuos correspondientes a 39 taxa, clasificados en 14 órdenes y siete clases. La clase Insecta fue la más abundante con el 73.4 % de los individuos recoletados. Seis de las clases de macroinvertebrados colectados pertenecen al Filo Arthropoda y una al Filo Platyhelminthes. Los órdenes Diptera y Acari fueron los más abundantes con 64.3 % y 19.5 % de individuos respectivamente. En el bosque mixto se encontró el mayor número de taxa, índice Alfa de Fisher (7.03) Menhinick (1.25), Margalef (4.78) y Berger-Parker (0.64). En el bosque pino bajo se encontró el mayor número de individuos, índice de Shannon ($H' = 1.77$), equidad de Pielou (0.55). El bosque de pino alto compartió con el bosque mixto valor del mismo Índice Simpson (0.74). En la sitio de muestreo de bosque de pino alto se encontró 18 taxa y 401 macroinvertebrados. Factores como morfología de las bromelias y tipo de bosque definen la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en los tanques de las bromelias.

Palabras clave: Abundancia, dominancia, taxa, variables morfológicas.

CONTENIDO

Portadilla.....	
Error! Bookmark not defined.	
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSION.....	6
4 CONCLUSIONES.....	18
5 RECOMENDACIONES.....	19
6 LITERATURA CITADA.....	20
7 ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Valores promedio, desviación estándar, máximo y mínimo del volumen de agua, volumen, área de la planta, diámetro, altura y hojas vivas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	6
2. Valores de correlación entre variables morfológicas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	8
3. Valores de correlación entre variables morfológicas con número de individuos y taxa para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	9
4. Número de individuos por clase y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011 .	10
5. Número de individuos por orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011 .	11
6. Número de individuos de macroinvertebrados y taxa encontrados en 30 bromelias, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	12
7. Valores de los índices de diversidad de Shannon y Alfa de Fisher, dominancia de Simpson y Berger – Parker, riqueza Margalef y Menhinick, Chao y de equidad de Pielou calculados para los macroinvertebrados recolectados en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.....	13
8. Valores estimados de la t modificada para índices de diversidad (H') y su probabilidad asociada (p) para los macroinvertebrados recolectados en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	13
9. Valores de correlación entre los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad calculados para los macroinvertebrados recolectadas en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	14
10. Comparación a posterior de la composición de especies entre los tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	14
11. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque mixto, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.....	15
12. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque de pino alto, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	15

13. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque de pino bajo, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.....	16
14. Número de taxa por grupos funcionales de alimentación de los macroinvertebrados acuáticos para los macroinvertebrados recolectadas en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	16

Figuras	Página
---------	--------

1. Ubicación geográfica de la Reserva Biológica Uyuca, Francisco Morazán, Honduras.....	3
2. Ubicación política y administrativa de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.....	4
3. Variación de las variables morfológicas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	6
4. Agrupamiento de 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca según sus características morfométricas, Honduras, 2011	7
5. Análisis de componentes principales para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.....	8
6. Curva de acumulación de taxa de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	10
7. Agrupamiento de las 30 bromelias recolectadas según los valores del índice de Morisita, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	12
8. Porcentaje de taxa de macroinvertebrados según su hábito recolectados en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	17

Anexos	Página
--------	--------

1. Volumen de agua, volumen y área de la planta, diámetro, altura y hojas vivas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	24
2. Macroinvertebrados y número de individuos recolectados en 30 bromelias de tres sitios en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011	26
3. Clasificación de los macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias recolectadas según su hábito, en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011 .	27

1. INTRODUCCIÓN

Según Primm y Raven (2000), las tasas de pérdida de diversidad aumentan rápidamente conforme el área se reduce. Se pierde una gran cantidad de especies cada minuto, de las cuales ni siquiera sabemos de su existencia y mucho menos de sus posibles usos. Hasta 1999 había entre 1.5 y 1.7 millones de especies descritas de los 13.6 millones estimadas por el “Global Biodiversity Assessment” del Programa Ambiental de la Organización de las Naciones Unidas, donde los insectos son el grupo con el mayor número de especies tanto conocidas como desconocidas (Wilson 1999).

Las causas de la pérdida de especies son muchas, dentro de las que destacan los factores antropogénicos tales como la destrucción y fragmentación del hábitat, la introducción de especies exóticas, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales (Wilson 1999). Según Primack *et al.* (2001) estos problemas han demostrado la necesidad de crear áreas protegidas con fin de mantener muestras representativas de todos los ecosistemas terrestres y proteger la mayor cantidad de especies, poblaciones y genes.

La creación de un inventario biológico puede servir para seleccionar áreas naturales sujetas a protección o reforzar el tipo de manejo en áreas naturales ya determinadas. Además, los inventarios biológicos ayudan a la evaluación de los recursos naturales para su uso sustentable y fijan una base para seleccionar especies indicadoras o especies bandera que señalen la salud del área natural para poder llevar a cabo programas de monitoreo (Kremen *et al.* 1993). El primer paso en el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad consiste en el inventario de las especies presentes o sea, estimación de la riqueza de especies en un tiempo y localidad determinados (Meffe y Carroll 1997). Los inventarios y el monitoreo de la diversidad proveen una importante base de información para sustentar las acciones de conservación de la biodiversidad y el manejo de reservas naturales (Kremen *et al.* 1993).

Los insectos deben ser tomados en cuenta de manera importante en la conservación de los ecosistemas ya que proveen de una gran cantidad de servicios ecológicos a las comunidades, los ecosistemas y al paisaje, además de los servicios que le dan al ser humano (Baydack y Campa 1999). Los insectos son elementos claves dentro de la cadena alimentaria y ejercen un control natural sobre las plagas. Algunas culturas los utilizan como fuente de alimento, su papel en la polinización de miles de especies de angiospermas es vital así como su participación como descomponedores de materia orgánica junto con otros invertebrados y microorganismos (Samways 1994).

Los fitotelmata son pequeños cuerpos de agua que proviene de secreciones líquidas o precipitaciones y que se reservan temporal o permanente en plantas o partes de ellas tales

como tallos, ejes de hojas, frutos o flores y que pueden contener importantes comunidades de insectos y otros grupos (Maguire 1971; Machado-Allison *et al.* 1986; Greeney 2001). 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 (Benzing 1990). La cantidad de agua y hojarasca que intercepta la bromelia varía con la forma y el tamaño de la planta, así a mayor tamaño de la roseta mayor es la capacidad para recibir el agua proveniente de la lluvia y la hojarasca del dosel (Benzing 1990; Richardson 1999; Zotz y Vera 1999; Ospina-Bautista *et al.* 2004).

La historia de los estudios de la fauna en bromelias comenzó con la descripción de la identificación taxonómica de especies de artrópodos que están asociados a las bromelias en la Amazonía del Brasil (Lüderwaldt 1915) y Costa Rica (Picado 1913). La mayoría de estudios relacionados con la diversidad de individuos asociados a la bromelia fueron motivados por la curiosidad académica, pero otros fueron generados por los intereses de salud pública, deseo de mejorar la polinización, protección de bromelias nativas y otros por daños causados a cultivos. El resultado final de estudios asociados con bromelias depende completamente de lo que busca el autor (Frank y Lounibos 2008).

En diferentes estudios se ha señalado la importancia de las bromelias como amplificadoras de la biodiversidad, debido a las interacciones que establece con los invertebrados (García 2008). Sin embargo, en la Reserva Biológica Uyuca a pesar de contar con una alta diversidad en ambos grupos no se ha realizado ningún estudio de la macrofauna en bromelias. Por lo anterior, el estudio realizado determinó la estructura y composición de los macroinvertebrados acuáticos en bromelias en la Reserva Biológica Uyuca. Con este conocimiento, los conservacionistas tienen un inventario de taxa que podrían utilizar para proporcionar métodos para el monitoreo de las poblaciones que pueden servir para el manejo de la reserva.

Debido a que la composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias ha sido relativamente poco estudiada en Honduras, estudios como la presente investigación puede servir de base para estudios taxonómicos y ecológicos más amplio de los macroinvertebrados acuáticos del país. También puede contribuir significativamente a la comunidad científica con información sobre las especies que viven dependientes de un hábitat específico como son las bromelias.

Con la finalidad de determinar la composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias (*Catopsis* spp.) de la Reserva Biológica Uyuca plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la riqueza de macroinvertebrados acuáticos en bromelias en tres sitios de muestreo.
- Correlacionar las características morfológicas de las bromelias con la diversidad, riqueza y abundancia de los macroinvertebrados asociados a ella.
- Describir la estructura trófica de macroinvertebrados acuáticos asociados a bromelias en la Reserva Biológica Uyuca.
- Analizar la variación en la riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados entre los tres sitios de muestreo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La Reserva Biológica Uyuca (RBU) está situada en los municipios de San Antonio de Oriente y Tatumbla, Francisco Morazán (Figura 1). La Reserva se encuentra a 15 km al sureste de la ciudad de Tegucigalpa y a 14 km de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. La Reserva mide 237 ha y está arriba de la cota de 1,700 msnm sobre un área forestal protegida de 580 ha. El perímetro de la Reserva Biológica es de 7,313 metros (EAP e ICF 2011).



Figura 1. Ubicación geográfica de la Reserva Biológica Uyuca, Francisco Morazán, Honduras.

Fuente: EAP e ICF 2011.

La Reserva Biológica Uyuca se encuentra entre las coordenadas 87°4'56" W, 14°0'53" N y 87°3'49" W, 14°2'3" N. Los límites de la RBU se dan en la cota de los 1,700 msnm y se encuentra rodeada por la Zona Forestal Protegida (ZFP), misma que cumple la función de una zona de amortiguamiento (Figura 2). La Reserva se encuentra desde los 1,700 msnm hasta los 2,000 msnm que corresponden a la parte alta del Cerro Uyuca. En general la topografía en la reserva es montañosa con vegetación dominante constituida por el bosque latifoliado, el bosque de pino y los bosques mixtos (EAP e ICF 2011).

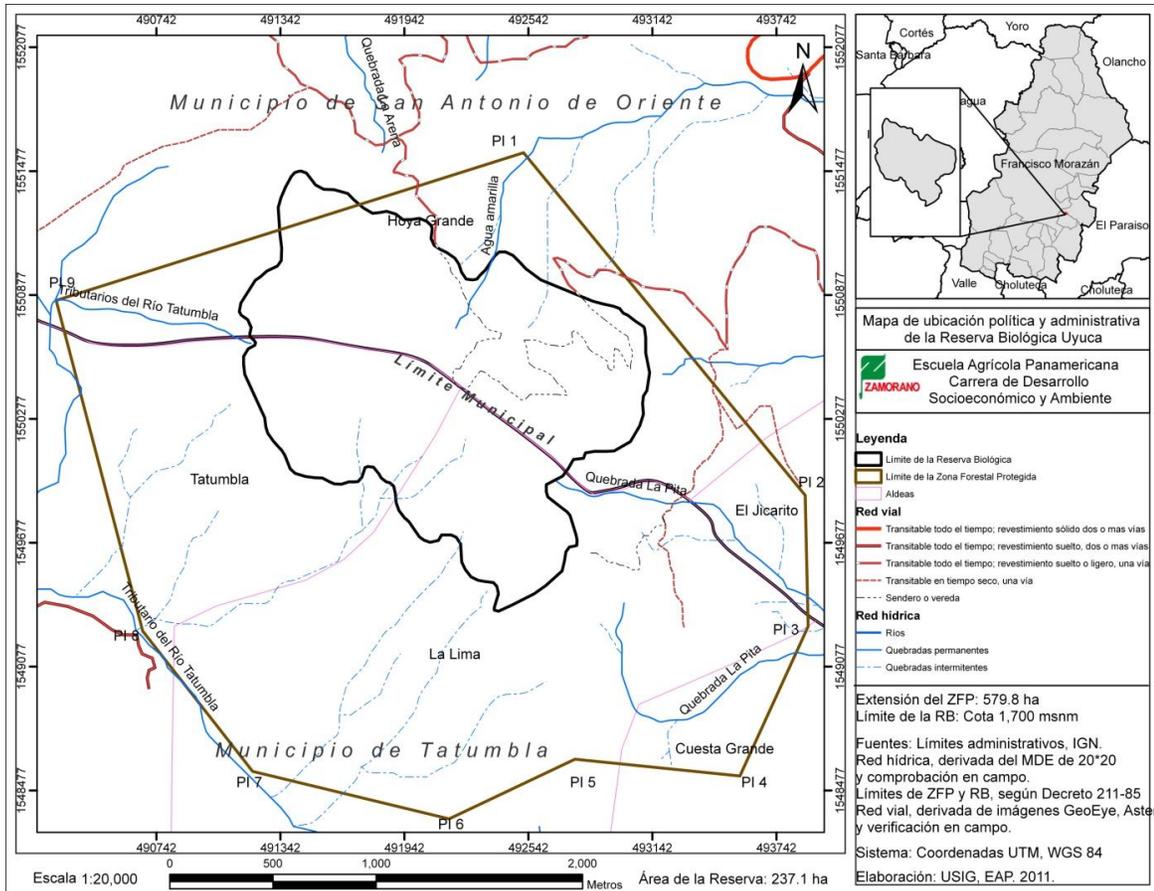


Figura 2. Ubicación política y administrativa de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Fuente: EAP e ICF 2011.

Para realizar el muestreo se hizo un recorrido por la Reserva Biológica Uyuca, en la cual se seleccionaron tres sitios de muestreo al azar. Los sitios de muestreo se caracterizaron por especie de árbol y altitud, con el fin de determinar diferencias en la diversidad de macroinvertebrados entre alturas y especies de árboles. Cada zona fue georeferenciada con un posicionador geográfico satelital (GPS) portátil y se tomó la elevación (msnm). Se recolectaron 10 bromelias por cada zona usando la metodología de cuerda simple (Basset *et al.* 2003) a una altura promedio por cada sitio.

Una vez colectadas las muestras de los árboles seleccionados se siguió el protocolo y método de colecta para el estudio de artrópodos de dosel en bosques de niebla del Neotrópico propuesto por Gasca e Higuera (2010). En dicho protocolo, cada planta es embolsada y etiquetada (fecha y lugar de colecta, especie de árbol y número de muestra) para su posterior análisis. Las poblaciones de bromelias no se ven afectadas por este tipo de muestreo ya que presentan altas densidades de plantas en los bosques de montaña (Ospina-Bautista *et al.* 2004).

Para establecer el tamaño y capacidad de retención de agua de cada individuo se registraron algunas características morfométricas de las plantas, como la altura, el diámetro, el volumen de agua contenido en el tanque y el número de hojas vivas por planta. También se calculó el área y volumen del cono mediante las siguientes fórmulas:

$$A = (h^2 + R^2) \Pi r + \Pi r^2 \quad [1]$$

$$V = (\Pi r^2 \times h) / 3 \quad [2]$$

Donde A es el área, V es el volumen de la planta, π es 3.1416, R el radio y h la altura de la planta.

Para recolectar los invertebrados acuáticos asociados a las especies de bromelias se procedió a deshojar la planta y a lavar sus hojas con agua y se filtró el resultante con una manta fina (Gasca e Higuera 2010). Este tipo de muestreo ha sido utilizado para evaluar la comunidad de macroinvertebrados en otros estudios (Richardson *et al.* 2000 a, b; Mestre *et al.* 2001; Stuntz 2002; Alvarado y Barreno 2010). El muestreo tiene como ventaja que permite recolectar todos los individuos asociados a la bromelia, principalmente los estados larvales. El sustrato de la planta filtrado fue depositado en frascos de plástico con alcohol al 70 %. Se rotuló adecuadamente los frascos por número de árbol y sitio de muestreo. Cada muestra se colocó bajo lupa estereoscópica y mediante el uso de pinzas se separaron los individuos del sustrato. Cada individuo fue clasificado e identificado hasta el nivel taxonómico de familia con la ayuda de claves taxonómicas (Roldán 1996; Merritt y Cummins 1996; Carrera y Fierro 2001; Springer *et al.* 2010).

Para analizar los datos se realizó una curva de acumulación de taxa S(n) recolectados en las plantas de bromelias, en comparación con la medida del esfuerzo de muestreo (n). Se calculó el índice de Chao, que corresponde a la riqueza de especies (Teillier *et al.* 2004). Se calculó el Índice de Morisita (Krebs 1985) entre las 30 bromelias con el fin de determinar similitudes con respecto a la ocurrencia de los diferentes taxa encontrados en cada una de las plantas. Lo anterior, se resumió en un Análisis de Grupos de Unión Simple, basado en el mismo índice de Morisita. Se estudió el número de individuos de los taxa de invertebrados presentes en cada planta para determinar la estructura numérica de la comunidad. Se calculó los índices de diversidad de Shannon – Weaver (H') y alfa de Fisher (S). Para estimar la abundancia de los taxa comunes se calculó la dominancia de Simpson (D) y Berger-Parker (BP). La riqueza de los macroinvertebrados en las plantas se estimó mediante la riqueza de Margalef (R) y de Menhinick (M). La equidad de los macroinvertebrados en las bromelias se determinó mediante Pielou (E). Los índices de diversidad entre especies de árboles se compararon con una t modificada (Brower *et al.* 1997). Se realizó una correlación lineal de Pearson entre los índices de diversidad H' y las variables morfométricas de las plantas. Se hizo un Análisis de Grupos de Unión Simple entre las variables morfométricas de las bromelias. Se realizó una prueba de Kruskal Wallis con el fin de determinar si existían diferencias entre los tres sitios de muestreo con respecto a la composición de especies. Los datos fueron analizados por medio del programa PAST, MVSP 3.1 y con la ayuda de la herramienta de Excel: XLSTAT.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Reserva Biológica Uyuca se recolectaron 30 bromelias del género *Catopsis* spp. de los parámetros físicos medidos para las bromelias el volumen y el área calculados para las plantas son los que tienden a variar más con respecto a los otros parámetros medidos (Figura 3). Entre los parámetros que tuvieron un ámbito menor de variación están la altura que varió de 19 a 46 cm y el número de hojas vivas por planta (Cuadro 1).

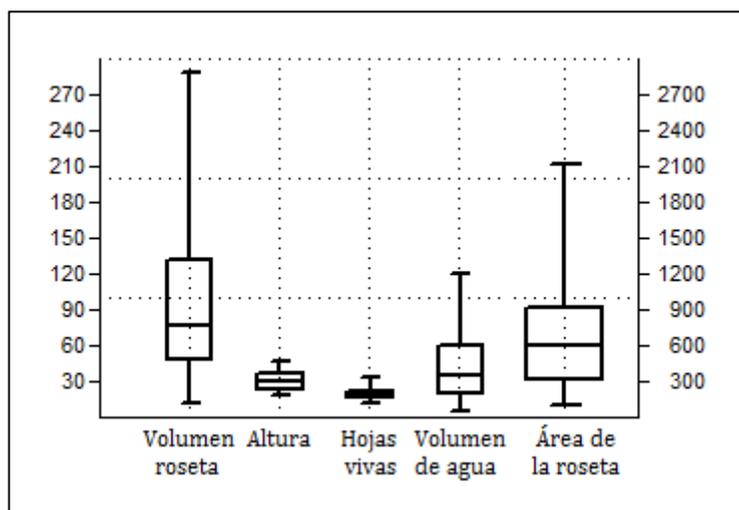


Figura 3. Variación de las variables morfológicas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Cuadro 1. Valores promedio, desviación estándar, máximo y mínimo del volumen de agua, volumen, área de la planta, diámetro, altura y hojas vivas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Estadístico	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Hojas vivas	Volumen de agua (ml)
Promedio	714.8	98.7	30.2	32.6	19.6	42.7
Desviación Estándar	509.7	73.6	7.0	54.0	4.6	34.1
Máximo	2,109.5	289.1	46	15.0	33	120
Mínimo	100.1	11.2	19	8.8	12	5

De las bromelias recolectadas, 20 lo fueron recolectadas a una altura de 1,732 msnm y las otras 10 a una altura de 1,609 msnm. Además, las primeras 10 bromelias se recolectaron de árboles *Hedyosmum* y las otras 20 se recolectaron de *Pinus oocarpa*. Debido a lo anterior, se realizó un análisis de grupos basado en los valores de las variables físicas medidas para cada una de las plantas recolectadas, con el fin de determinar si existía variación entre altura o especie de árboles. La bromelia N° 20 se separa del resto (Figura 4), esta bromelia posee menor tamaño, hojas más pequeñas, menor número de hojas y consecuentemente menor cantidad y tamaño de tanques en sus espacios. Además, se separan tres bromelias (4, 5 y 6) del resto y se clasifica al resto de las plantas de bromelias en dos grupos (Figura 4). Según el análisis de grupos las dos bromelias más similares entre sí son la N° 8 con la N° 13 ya que comparten la misma área, volumen y altura.

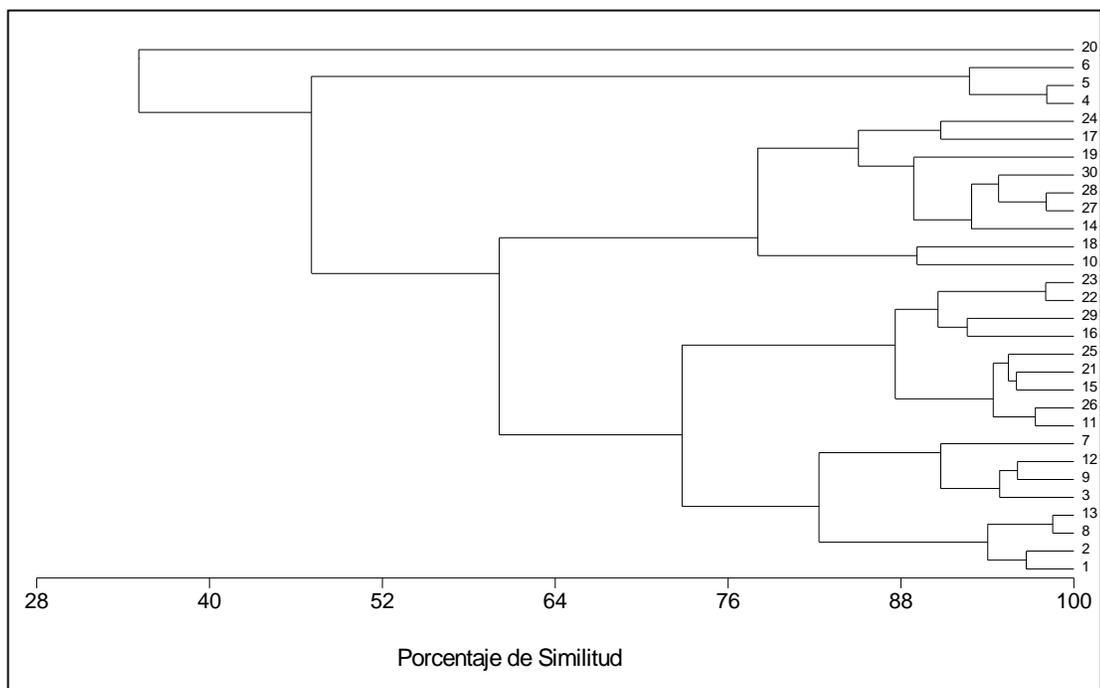


Figura 4. Agrupamiento de 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca según sus características morfométricas, Honduras, 2011.

El análisis de componentes principales (ACP) determinó que los dos ejes explican el 88.65 % de la variabilidad en las bromelias (Figura 5). Hay varias plantas de bromelias que están alejadas del grupo central, entre las que resaltan la 4, 5 y 6. Esto se debe a que estas tres bromelias poseen mayor área, mayor número de hojas y mayor tamaño de tanques para el almacenamiento de agua en sus espacios.

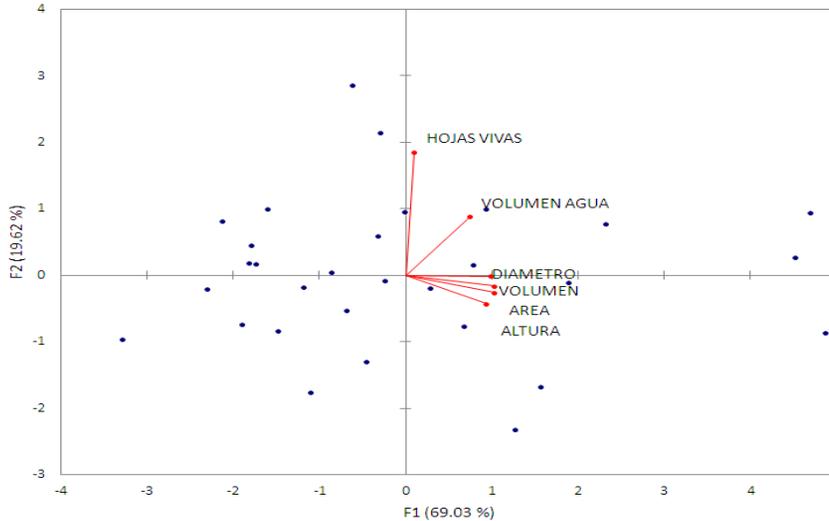


Figura 5. Análisis de componentes principales para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Al correlacionar los valores de las variables físicas medidas y calculadas, para las 30 bromelias, se obtuvo que la correlación del área de la roseta con el volumen de la roseta fue la que alcanzó mejor puntuación (99 %). En cambio, las variables que presentaron la correlación más baja fueron la altura de la roseta con el número de hojas vivas (Cuadro 2). El volumen del agua se correlaciona más con el volumen de la roseta, ya que a mayor el tamaño de la roseta, mayor es la capacidad para recibir el agua proveniente de la lluvia (Benzing 1990; Richardson 1999; Zotz y Vera 1999; Ospina-Bautista *et al.* 2004).

Cuadro 2. Valores de correlación entre variables morfológicas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Correlación	Valor	p
Diámetro – área	0.92	< 0.001
Diámetro – volumen	0.94	< 0.001
Diámetro – altura	0.78	< 0.001
Diámetro – hojas vivas	0.11	0.559
Diámetro – volumen de agua	0.58	0.001
Área – volumen	0.99	< 0.001
Área – altura	0.90	< 0.001
Área – hojas vivas	-0.01	0.959
Área – volumen de agua	0.60	<0.001
Volumen – altura	0.85	< 0.001
Volumen – hojas vivas	0.02	0.899
Volumen – volumen de agua	0.62	<0.001
Altura – hojas vivas	-0.070	0.712
Altura – volumen de agua	0.488	0.006
Hojas vivas – volumen de agua	0.340	0.066

Por otro lado, al correlacionar el área y volumen de la roseta de las bromelias y el volumen del agua con el número de individuos y taxa en los tanques de las bromelias se obtuvo una mayor correlación entre el volumen de agua y el número de individuos (Cuadro 3). Por el contrario, la menor correlación fue entre el área y el número de individuos (12 %, Cuadro 3). Lo anterior se relaciona con el tamaño de la bromelia, ya que cuando la planta tiene mayor tamaño retiene mayor cantidad de agua y de hojarasca y por lo tanto puede ser mayor la cantidad de invertebrados asociados, pues se incrementan los micro hábitats disponibles, los nutrientes provenientes de la lixiviación de los árboles causada por el agua lluvia y los proveniente de la hojarasca (Margalef 1983; Frank 1983, Armbruster 2002).

Adicionalmente, la riqueza de especies puede estar asociada a la complejidad estructural, es así como la riqueza aumenta a medida que la bromelia se hace más compleja (Machado-Allison *et al.* 1985). Para establecer la complejidad se puede utilizar el número de hojas y su disposición, porque mientras más hojas hay el número de compartimentos disponibles para la colonización aumenta (Laessle 1961; Frank 1983).

En cuanto a la disposición de las hojas, en bromelias con cavidades separadas en la base de cada hoja de la roseta, la complejidad es mayor, mientras que bromelias donde existe una sola cámara central constituida por una espiral de hojas fuertemente imbricadas y dispuestas verticalmente la complejidad es menor (Benzing 1980, 1990; Machado-Allison *et al.* 1985).

Cuadro 3. Valores de correlación entre variables morfológicas con número de individuos y taxa para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Correlación	Valor	p
Área – N° de individuos	0.12	0.52
Área – N° de taxa	0.25	0.17
Volumen – N° de individuos	0.12	0.50
Volumen – N° de taxa	0.26	0.15
Volumen de agua – N° de individuos	0.32	0.07
Volumen de agua – N° de taxa	0.29	0.11

El área y su relación con la cantidad y calidad de hojarasca presentes en los fitotelmatas influye sobre el pH, concentración de oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua (Laessle 1961). Esos efectos crean cambios en la riqueza y abundancia de fauna asociada a la bromelia (Frank *et al.* 1976; Warren y Spencer 1996; Sota 1996, 1998; Richardson *et al.* 2000 a).

La fauna de macroinvertebrados acuáticos asociadas a 30 bromelias del género *Catopsis* spp. recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca fue de 1,930 individuos correspondientes a 39 taxa, clasificados en 14 órdenes y siete clases. La clase Insecta fue la más abundante con 73.4 % de los individuos (Figura 6). De las clases de macroinvertebrados recolectados

seis pertenecen al Filo Arthropoda y una al Filo Platyhelminthes. Los órdenes Diptera y Acari fueron los más abundantes con 64.3 % y 19.5 % de individuos respectivamente (Cuadro 4).

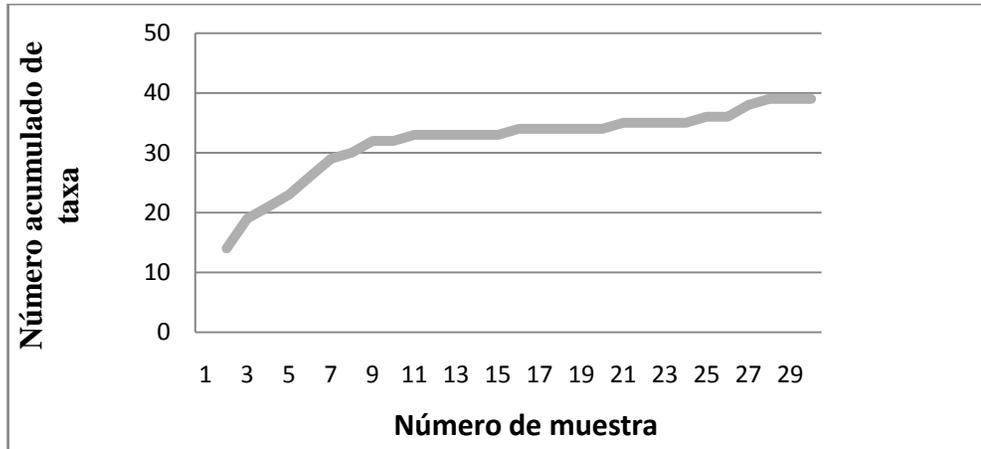


Figura 6. Curva de acumulación de taxa de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

En este estudio los artrópodos presentaron la mayor abundancia y diversidad, igual que en otros trabajos realizados con diferentes especies de bromelias (Laessle 1961, Benavides *et al.* 1989, Reid y Janetzky 1996, Richardson 1999). Esto se debe a que dentro de los taxa animales que interactúan con las plantas se encuentran los artrópodos los cuales han tenido mayor éxito evolutivo sobre la tierra debido a su gran capacidad de adaptación, lo que les ha conferido ser el grupo taxonómico más diverso y numeroso (Llorente *et al.* 1996).

Cuadro 4. Número de individuos por clase y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Clase	No. de individuos	(%) de individuos por Clase
Arachnoidea	406	21.0
Chilopoda	1	0.1
Insecta	1,417	73.4
Malacostraca	35	1.8
Ostracoda	44	2.3
Turbellaria	17	0.9
Sin Identificar	10	0.5
Total	1,930	

En cuanto a la fauna de macroinvertebrados acuáticos recolectado en los tres sitios de muestreo se encontró que el Orden dominante es el de los dípteros (Diptera) (Cuadro 5)

similar a estudios realizados en bosques de tierras bajas (Richardson 1999). El alto porcentaje de insectos de Díptera se puede explicar por las adaptaciones morfológicas, alimentarias y reproductivas de sus estados larvales.

Entre las adaptaciones morfológicas están las piezas bucales tipo sifón – chupador y espiráculos que les permite un eficiente intercambio gaseoso. La mayor parte de los dípteros son colectores y filtradores de materia orgánica fina, alimento que es bastante abundante dentro de los fitotelmatas como producto de la fragmentación de la hojarasca. Entre las adaptaciones reproductivas está la ovoposición en el hábitat donde se desarrollará la larva, sumada a su alta capacidad de dispersión dada por el vuelo (Merritt y Cummins 1984, Richardson y Hull 2000).

Cuadro 5. Número de individuos por orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Orden	No. de individuos	Porcentaje de individuos
Acari	376	19.5
Araneae	30	1.6
Coleoptera	69	3.6
Collembola	22	1.1
Diptera	1,241	64.3
Hemiptera	9	0.5
Hymenoptera	69	3.6
Lepidoptera	4	0.2
Orthoptera	3	0.2
Isopoda	35	1.8
Podocopida	44	2.3
Tricladida	17	0.9
Sin Identificar	11	0.0
Total	1,930	0.6

La aparición de géneros nuevos en las plantas de bromelias fue descendente (Figura 7). El mayor número de taxa recolectados se dio en la segunda bromelia. El índice de Chao para la comunidad de macroinvertebrados en las plantas de bromelias fue de 83.3. La curva de acumulación tiende a estabilizarse, por lo que se determinó que el número de muestras recolectadas es una representación completa de la comunidad de macroinvertebrados que hay en las bromelias (*Catopsis* spp.) en la RBU. Se requiere de un mínimo esfuerzo de muestreo para tratar de alcanzar la estabilización de la curva. Entre más muestreos se realicen la aparición de taxa nuevas (raras) disminuye y la curva de acumulación tiende a estabilizarse (Brower *et al.* 1997).

Las bromelias más similares entre sí de acuerdo a su composición de taxa y número de familias son la N°23 con la 25 en un 99.3 % (Figura 8). Por el contrario, la primera bromelia recolectada difiere del resto (24.1 % de similitud, Figura 8). Lo anterior, se debe

a que en la muestra uno se encontró un número de taxa y de individuos bajo comparado con las otras muestras, también fue la muestra con mayor número de macroinvertebrados de la familia Planariidae.

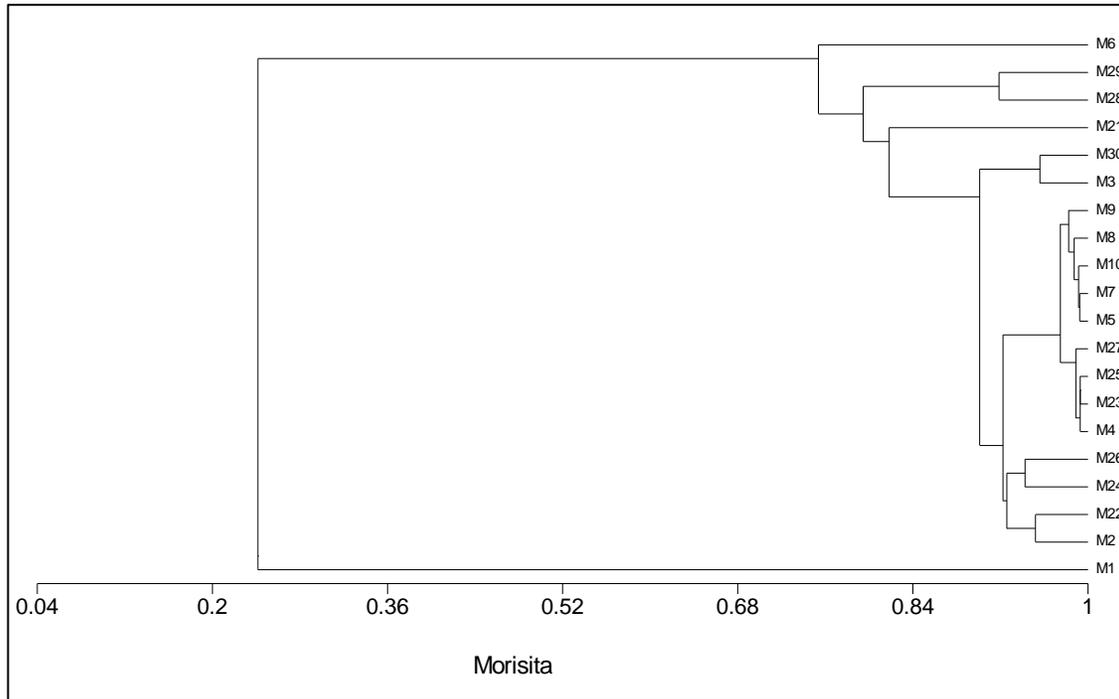


Figura 7. Agrupamiento de las 30 bromelias recolectadas según los valores del índice de Morisita, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

En el sitio de muestreo de bosque mixto se encontró el mayor número de taxa recolectadas (32, Cuadro 6). En el bosque pino bajo se encontró el mayor número de individuos (869, Cuadro 6). En la sitio de muestreo de bosque de pino alto, se encontró 18 taxa y 401 macroinvertebrados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de individuos de macroinvertebrados y taxa encontrados en 30 bromelias, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Sitio de muestreo	Número de taxa	Número de individuos
Mixto	32	660
Pino alto	18	401
Pino bajo	25	869

El índice de Shannon más alto lo presentó el área de muestreo de bosque de pino bajo con un valor de 1.77, el alfa de Fisher obtenido fue mayor para el bosque mixto, sin embargo los valores de los índices de dominancia de Berger – Parker fueron parecidos en bosque mixto y pino alto con 0.64 y 0.62. Los índices de Riqueza de Menhinick y Margalef más

altos encontrados fueron en bosque mixto con valores de 1.2 y 4.7, la equidad de Pielou resultó mayor en el bosque de pino bajo (Cuadro 7). El índice Simpson resultó ser igual en el bosque mixto y bosque de pino alto con valores de 0.42. Respecto al índice de Chao calculado para los tres sitios de muestreo se obtuvo que el bosque mixto presentó el valor de 130 que resulta ser el más alto mientras que el más bajo de 27.5 resultó para el bosque de pino bajo (Cuadro 7).

Los índices de Shannon – Weaver sólo mostraron diferencias significativas entre las comunidades de macroinvertebrados asociados a las bromelias en el bosque de pino bajo con el bosque de pino alto (Cuadro 8). El bosque mixto obtuvo el mayor índice de Chao y esto se debe a los acúmulos compuestos por hojas de diversas especies de árboles favorecen una mayor diversidad en la comunidad de macroinvertebrados (LeRoy y Marks 2006).

Cuadro 7. Valores de los índices de diversidad de Shannon y Alfa de Fisher, dominancia de Simpson y Berger – Parker, riqueza Margalef y Menhinick, Chao y de equidad de Pielou calculados para los macroinvertebrados recolectados en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Índice\Área de muestreo	Bajo	Mixto	Alto
Shannon	1.77	1.63	1.47
Alfa de Fisher	4.81	7.03	3.87
Simpson	0.27	0.42	0.42
Menhinick	0.85	1.25	0.9
Margalef	3.55	4.78	2.84
Equidad	0.55	0.47	0.51
Berger-Parker	0.4	0.64	0.62
Chao	27.5	130	30.5

Cuadro 8. Valores estimados de la t modificada para índices de diversidad (H') y su probabilidad asociada (p) para los macroinvertebrados recolectados en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Comparación	t	p
Mixto - Alto	1.68	0.09
Alto - Bajo	-364	> 0.001
Mixto - Bajo	1.84	0.07

La mayor correlación respecto a los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en los diferentes sitios de muestreo fue de 0.998 para bosque mixto y pino bajo (Cuadro 9). La menor correlación se dio entre el bosque mixto y bosque alto con un valor de 0.990 (Cuadro 9). La correlación entre

bosque mixto y pino bajo puede deberse a que en ambos sitios los Chironomidos (Diptera) estuvieron presentes en grandes cantidades.

Cuadro 9. Valores de correlación entre los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad calculados para los macroinvertebrados recolectados en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Correlacion	Valor	p
Mixto-Pino Alto	0.990	< 0.0001
Mixto-Pino Bajo	0.998	< 0.0001
Pino Alto-Pino Bajo	0.994	< 0.0001

No hay diferencias en la composición de especies en los tres sitios ($H = 5.32$, $p = 0.07$). Con una prueba a posteriori (Bonferroni) se determinó que hay diferencias no obstante, entre el bosque de pino alto con el bosque de pino mixto (Cuadro 10). La acumulación de diferentes especies de hojas en las bromelias del bosque mixto influye en la comunidad de macroinvertebrados, ya que la variedad de especies influyen en la calidad nutricional de la hojarasca que beneficia a la diversidad de macroinvertebrados (LeRoy y Marks 2006).

Cuadro 10. Comparación a posterior de la composición de especies entre los tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Correlación	p
Mixto-Pino Alto	0.02
Mixto-Pino Bajo	0.55
Pino Alto-Pino Bajo	0.15

En cuanto a la fauna de macroinvertebrados acuáticos recolectado en los tres sitios de muestreo se encontró que el orden dominante es el de los dípteros (Diptera) (Cuadros 11, 12 y 13). Los dípteros utilizan una diversidad de ambientes de cría que van desde cuerpos de agua en el suelo, lagunas, lagos, desbordes de ríos hasta las plantas que poseen estructuras que almacenan agua (fitotelmatas). Debido a lo anterior, es frecuente encontrar larvas de este orden dentro de las bromelias. Ordenes como Chilopoda, Collembola, Hymenoptera y Lepidoptera se encontraron en menores cantidades (Cuadros 11, 12, 13).

Cuadro 11. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque mixto, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Orden	No. de individuos	(%) de individuos por Orden
Acari	44	6.7
Araneae	16	2.4
Sin Identificar	10	1.5
Coleoptera	19	2.9
Collembola	5	0.8
Diptera	488	73.9
Hemiptera	9	1.4
Hymenoptera	2	0.3
Lepidoptera	3	0.5
Orthoptera	1	0.2
Isopoda	15	2.3
Podocopida	33	5.0
Tricladida	15	0.0
Total	660	2.3

Cuadro 12. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque de pino alto, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Orden	No. Individuos	(%) de individuos por Orden
Acari	63	15.7
Araneae	4	1.0
Coleoptera	14	3.5
Collembola	5	1.2
Diptera	293	73.1
Lepidoptera	1	0.2
Isopoda	9	2.2
Podocopida	11	2.7
Tricladida	1	0.0
Total	401	0.2

Cuadro 13. Número de individuos por Orden y porcentaje de macroinvertebrados encontrados en 10 bromelias en un bosque de pino bajo, Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Orden	No. de individuos	(%) de individuos por Orden
Acari	269	31.0
Araneae	10	1.2
Sin Identificar	1	0.1
Coleoptera	36	4.1
Collembola	12	1.4
Diptera	460	52.9
Hymenoptera	67	7.7
Orthoptera	2	0.2
Isopoda	11	1.3
Tricladida	1	0.0
Total	869	0.1

En bromelias se han realizado pocos estudios que tengan en cuenta los grupos funcionales de los invertebrados asociados (Richardson 1999). Existe una dominancia de organismos depredadores en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de las bromelias analizadas (Cuadro 14). El segundo grupo de mayor dominancia fueron los organismos fragmentadores (Cuadro 14). En el presente estudio se notó que los grupos de organismos depredadores fueron los que predominaron en las bromelias a pesar que los dipteros son más abundantes en número en los tres sitios de muestreo (Cuadros 11, 12 y 13). En bromelias se han realizado muy pocos estudios acerca de los grupos funcionales de las diferentes familias de macroinvertebrados (Ospina-Bautista *et al.* 2004). Sin embargo, en los resultados de éste estudio, se logró obtener varios grupos funcionales que indican la cadena trófica y sus variaciones con predominancia de familias depredadoras y fragmentadores.

Cuadro 14. Número de taxa por grupos funcionales de alimentación de los macroinvertebrados acuáticos para los macroinvertebrados recolectadas en tres sitios de muestreo en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Grupo funcional	Número de taxa
Depredadores	15
Fragmentadores	6
Colectores	5
Raspador	3
Desgarrador	3
Filtradores	2
Omnívoro	1
No Identificado	4

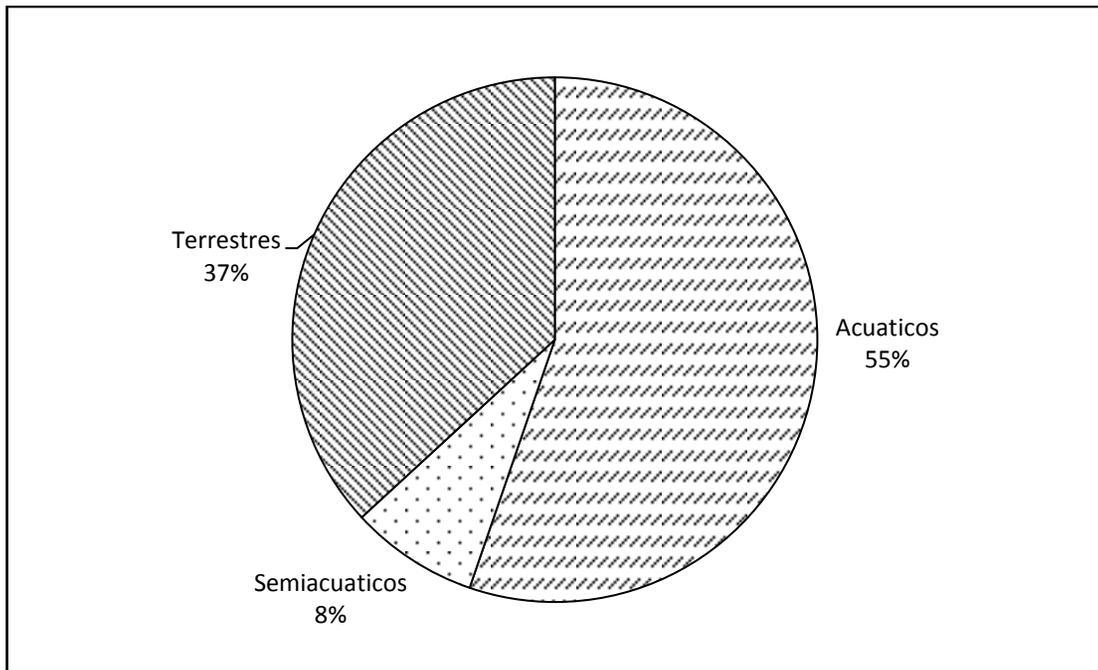


Figura 8. Porcentaje de taxa de macroinvertebrados según su hábito recolectados en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Por último, de los macroinvertebrados recolectados en bromelias el 55 % son acuáticos en sus etapas larvales (Figura 8). Este grupo, tiende a ser más abundante que los semiacuáticos y terrestres debido a que el agua que se acumula en los espacios de las hojas de las bromelias constituye un importante hábitat para su desarrollo (Navarro *et al.* 2009).

4. CONCLUSIONES

- La diversidad de los macroinvertebrados acuáticos se correlaciona con la morfología de la bromelia. La forma y tamaño de las plantas de bromelia afecta el microclima y todos aquellos elementos que son importantes para las especies de macroinvertebrados, tales como la disponibilidad de agua en los estanques de la planta, los espacios disponibles y el detritus acumulado que servirá de alimentación para los diversos taxa.
- Se determinó que el Orden Diptera fue el de mayor abundancia lo cual se debe a sus adaptaciones morfológicas, alimentarias y reproductivas de sus estados larvales que permiten adaptarse al microhábitat de las bromelias.
- Los grupos funcionales dominantes de macroinvertebrados fueron los depredadores y fragmentadores, debido a la presencia de organismos en estados larvales y detritus acumulado en los tanques que sirven como alimento.
- La composición de macroinvertebrados encontrados en este estudio no habían sido registrados antes en el inventario biológico de la RBU y los resultados constituyen nuevos aportes al conocimiento de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a bromelias (*Catopsis* spp.) de la RBU.
- El inventario de los macroinvertebrados acuáticos de la RBU puede contribuir a la caracterización de hábitats y actuar como indicadores del grado de intervención de distintos ecosistemas a través de estudios comparativos.

5. RECOMENDACIONES

- Estudiar la composición de macroinvertebrados acuáticos en otras fitotelmatas del mismo lugar y hacer las respectivas comparaciones con los resultados de este estudio.
- Investigar la composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias en diferentes épocas del año para determinar los cambios que presentan durante las diferentes condiciones de lluvia.
- Realizar un estudio de las características fisicoquímicas del agua y determinar cómo afectan a las comunidades asociadas a los tanques de bromelias del mismo sitio.
- Plantear como objetivo en posteriores estudios, la determinación de calidad de agua tanto en bromelias como en otras fitotelmatas por medio de macroinvertebrados acuáticos.
- Realizar estudios de macroinvertebrados orientados a la metodología utilizada en este estudio, en bromelias que se encuentran en ramas caídas de árboles del mismo sitio y comparar resultados de taxa encontradas en el presente estudio. Esto con miras de incrementar el conocimiento de la biodiversidad de la RBU.

6. LITERATURA CITADA

Alvarado, Z; Barreno, H. 2010. Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias de un bosque de altura, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 40p.

Armbruster, P; Hutchinson, R; Cotgreave, P. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos* 96: 225-234.

Basset, Y; Charles, E; Hammond, D; Brown, V. 2001: Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in rain forest in Guyana. *Journal of Applied Ecology* 38:1045-1058 .

Benavides, M; Muriel, E; Patiño, A. 1989. La bromelia como un bioecosistema en la isla corota en el Lago Guamues (departamento de Nariño) tesis de biología, escuela de posgrado, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia (manuscrito inédito).

Benzing, D. 1973. The monocotyledons: their evolution and comparative biology I. Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. *Q. Rev. Biol.* 48: 277-290.

Benzing, D. 1980. The biology of bromeliads. Mad River Press, Eureka, California. 287 p.

Benzing, D. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge. 354 p.

Carrera, C; Fierro, K.2001. Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Editorial Eco Ciencia. Quito, Ecuador. 67 p.

Frank, H; Lounibos, P. 2008 Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1:125–153.

Frank, H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes, pp. 101-128 In J. H. Frank and L. P. Lounibos [eds.], *Phytotelmata: Terrestrial Plants as Hosts for Aquatic Insect communities*. Medford, New Jersey; Plexus, 293 p.

Frank, H; Curtis, A; Evans, J. 1976. On the bionomics of bromeliad-inhabiting mosquitoes. II. The relationship of bromeliad size to the number of immature *Wyeomyia vanduzeei* and *W. medioalbipes*. *Mosquito News* 37: 180-192 .

García, I. 2008. Macroartrópodos asociados a la bromelia *Tillandsia prodigiosa* (Lem.) Baker en dos localidades de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. Oaxaca, México. 84 p.

Greeney, H. 2001. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology* 17:241-260.

Kremen, C; Colwell R; Erwin T; Murphy, D; Noss, R; Sanjayan, M. 1993. Terrestrial arthropod Assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 4 : 796-808.

Laessle.M. 1961. A micro-limnological study of jamaican bromeliads. *Ecology* 42: 499-517.

Lüderwaldt, H. 1915 The Insects and other animal life in Brazilian Bromeliaceae insects for scientific journal of *Biology* 11:78-84.

Machado-Allison, C; Barrera, R.; Delgado, L.; Gómez-Cova, C; Navarro., J. C. 1986. Mosquitos (Diptera: Culicidae) de los fitotelmata de Panaquire, Venezuela. *Acta Biológica Venezolana* 2 12: 1-12.

Machado-Allison, C; Barrera, R.; Frank, H; Delgado, L; Gómez-Cova, C. 1985. Mosquito communities in Venezuela phytotelmata, p. 79-93. En: Lounibos, P; Rey, R.; Frank, H. (eds.). *Ecology of mosquitoes*. Vero Beach, Florida. USA.

Maguire, B. 1971. Phytotelmata biota and community structure determination in plant-held waters. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2: 439-464 .

Margalef, R. 1983 *Limnología*. Barcelona, España, Ediciones Omega S.A., 1010 p.

Meffe, K; Carroll, C. 1997. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland. Massachusetts. 729 p.

Merritt, R; Cummins, K. 1996. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3 ed. Department of Entomology Michigan State University. Iowa., US. Kendall/Hunt Publishing Company. 862 p.

Mestre, A; Aranha, M; Esper, M. 2001. Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the atlantic forest (Paraná State, Southern Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44 (1): 89-94.

Ospina-Bautista F; Estévez, V; Betancur, J; Realpe, E. (b) 2004. Estructura y composición de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (1): 153-166 p.

Ospina-bautista, F; Estévez, V; Realpe, E; Gast, F. (a) 2004. Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña, *Revista Colombiana*. 36 p.

Picado C. 1913. Les broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. *Bulletin des Sciences de la France et de la Belgique* 47:215–360.

Pimm ,S;Raven ,P. 2000. Extinction by numbers. *Nature* 403: 843-845.

Primack, R; Roíz, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica. México DF. Fondo de Cultura Económica. 797 p.

Reid, J; Janetzky, W. 1996. Colonization of Jamaican bromeliads by *Tropocyclops jamaicensis* n. sp. (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida). *Invertebrate Biology* 115: 305-320.

Richardson, B; Hull, G. 2000. Insect colonisation sequences in bracts of *Heliconia caribaea* in Puerto Rico. *Ecol. Entomol.* 25: 460-466.

Richardson, B; Rogers, C; Richardson, M. 2000a. Nutrients, diversity and community structure of two phytotelm systems in a lower mountain forest, Puerto Rico. *Ecological Entomology* 25: 348-356.

Richardson, B. 1999. The Bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica*, 31: 321-336.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia, Colombia. 217 p.

Samways, J. 1994. *Insect Conservation Biology*. Chapman and Hall, London. 358 p.

Sota, T. 1996. Effects of capacity on resource input and the aquatic metazoan community structure in phytotelm. *Researches on Population Ecology*. 38: 65-73.

Sota, T. 1998. Microhabitat size distribution affects local difference in community structure: metazoan community in treeholes. *Researches on Population Ecology* 40: 249-255.

Springer, M; Cervantes ; Zepeda A. 2010. Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Trichoptera en El Salvador. Editorial Universitaria UES, Ciudad Universitaria, San Salvador. 47 p.

Stuntz S; Ziegler C; Simon U; Zotz G. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18: 161- 176.

Warren, H; Spencer, M. 1996. Community and food-web responses to the manipulation of energy input and disturbance in small ponds. *Oikos* 75: 407-418.

Wilson, E. 1999. *The Diversity of Life*. W.W. Norton W.W. Norton & Company. Nueva York. 424 p.

Zotz, G; Vera, T. 1999. How much water is in the tank? Model calculations for two epiphytic bromeliads. *Ann. Bot.* 83: 183-192.

7. ANEXOS

Anexo 1. Volumen de agua, volumen y área de la planta, diámetro, altura y hojas vivas para 30 bromelias recolectadas en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Bromelia	Área	Volumen	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Hojas vivas	Volumen agua (ml)
1	1230.2	155.0	41	38	15	20
2	1165.5	162.8	37	41	12	5
3	827.7	95.6	38	31	20	70
4	1846.5	259.4	43	48	21	110
5	1802.5	282.5	37	54	23	120
6	2109.5	289.1	46	49	18	80
7	912.0	131.4	33	39	18	20
8	1118.5	158.4	36	41	19	70
9	768.2	111.1	31	37	22	90
10	215.5	25.1	24	20	18	20
11	600.8	69.8	34	28	19	50
12	776.7	105.8	33	35	20	30
13	1118.5	158.4	36	41	21	110
14	322.9	48.4	22	29	21	5
15	647.8	88.4	31	33	15	10
16	520.2	55.6	34	25	13	5
17	402.6	61.7	23	32	16	5

18	186.6	23.0	22	20	21	50
19	258.2	34.7	23	24	18	50
20	100.1	11.2	19	15	14	5
21	616.2	85.5	30	33	32	20
22	456.6	63.6	27	30	19	40
23	456.6	63.6	27	30	33	50
24	372.1	47.8	27	26	17	50
25	589.1	80.4	30	32	19	5
26	602.6	93.2	26	37	23	55
27	286.3	43.1	21	28	15	20
28	288.3	42.0	22	27	21	25
29	534.1	73.0	29	31	21	60
30	311.7	40.9	25	25	24	30

Anexo 2. Macroinvertebrados y número de individuos recolectados en 30 bromelias de tres sitios en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Clase	ORDEN	FAMILIA	Mixto	Pino alto	Pino bajo
Arachnoidea	Acari	Limnesiidae	44	63	269
Arachnoidea	Araneae	Sin Identificar	16	4	10
Chilopoda	Sin Identificar		1	0	0
Insecta	Coleoptera	Carabidae	1	0	0
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	0	0	4
Insecta	Coleoptera	Coccinelidae (larva)	1	0	0
Insecta	Coleoptera	Curculionidae	0	2	2
Insecta	Coleoptera	Curculionidae (larva)	1	0	20
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0	1	0
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae	2	5	1
Insecta	Coleoptera	Psephenidae	1	0	0
Insecta	Coleoptera	Scirtidae	12	6	5
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	1	0	4
Insecta	Collembola	Sin Identificar	5	5	12
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	1	13	48
Insecta	Diptera	Chironomidae	421	249	350
Insecta	Diptera	Culicidae	12	12	34
Insecta	Diptera	Dixidae	1	0	0
Insecta	Diptera	Dolichopodidae	5	1	5
Insecta	Diptera	Empididae	0	0	2
Insecta	Diptera	Muscidae	3	5	6
Insecta	Diptera	Psychodidae	7	1	2
Insecta	Diptera	Sin Identificar 1	1	0	0
Insecta	Diptera	Sin Identificar 2	1	0	0
Insecta	Diptera	Syrphidae	0	0	2
Insecta	Diptera	Tabanidae	1	0	0
Insecta	Diptera	Tipulidae	35	12	11
Insecta	Hemiptera	Mesoveliidae	3	0	0
Insecta	Hemiptera	Veliidae	6	0	0
Insecta	Hymenoptera	Formicidae	1	0	65
Insecta	Hymenoptera	Sin Identificar 1	1	0	0
Insecta	Hymenoptera	Sin Identificar 2	0	0	1
Insecta	Hymenoptera	Sin Identificar 3	0	0	1
Insecta	Lepidoptera	Sin Identificar	3	1	0
Insecta	Orthoptera	Gryllidae	1	0	2

Malacostraca	Isopoda	Sin Identificar	15	9	11
Ostracoda	Podocopida	Sin Identificar	33	11	0
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	15	1	1
Sin Identificar			9	0	1
Total			660	401	869

Anexo 3. Clasificación de los macroinvertebrados encontrados en 30 bromelias recolectadas según su hábito, en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras, 2011.

Orden	Familia	Medio
Acari	Limnesiidae	Acuáticos
Araneae	Sin Identificar	Terrestres
Chilopoda		Semiacuáticos
Coleoptera	Carabidae	Terrestres
Coleoptera	Chrysomelidae	Terrestres
Coleoptera	Coccinelidae (larva)	Terrestres
Coleoptera	Curculionidae	Terrestres
Coleoptera	Curculionidae (larva)	Acuáticos
Coleoptera	Dytiscidae	Acuáticos
Coleoptera	Hydraenidae	Terrestres
Coleoptera	Psephenidae	Acuáticos
Coleoptera	Scirtidae	Acuáticos
Coleoptera	Staphylinidae	Semiacuáticos
Collembola	Sin Identificar	Acuáticos
Diptera	Ceratopogonidae	Acuáticos
Diptera	Chironomidae	Acuáticos
Diptera	Culicidae	Acuáticos
Diptera	Dixidae	Acuáticos
Diptera	Dolichopodidae	Acuáticos
Diptera	Empididae	Acuáticos
Diptera	Muscidae	Acuáticos
Diptera	Psychodidae	Acuáticos
Diptera	Sin Identificar	Terrestres
Diptera	Sin Identificar	Terrestres
Diptera	Syrphidae	Acuáticos
Diptera	Tabanidae	Acuáticos
Diptera	Tipulidae	Acuáticos
Hemiptera	Mesoveliidae	Semiacuática
Hemiptera	Veliidae	Acuáticos
Hymenoptera	Formicidae	Terrestres
Hymenoptera	Sin Identificar	Terrestres
Hymenoptera	Sin Identificar	Terrestres
Hymenoptera	Sin Identificar	Terrestres

Lepidoptera	Sin Identificar	Terrestres
Orthoptera	Gryllidae	Terrestres
Isopoda	Sin Identificar	Acuaticos
Podocopida	Sin Identificar	Acuaticos
Tricladida	Planariidae	Acuaticos
Sin Identificar		N.I
