

**Composición de macroinvertebrados  
acuáticos en bromelias de un bosque de  
altura, El Paraíso, Honduras**

**Zarela Karenina Alvarado Peña  
Holger Vicente Barreno Coba**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

# **Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias de un bosque de altura, El Paraíso, Honduras**

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

Presentado por

**Zarela Karenina Alvarado Peña**  
**Holger Vicente Barreno Coba**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

# **Composición de macroinvertebrados acuáticos en bromelias de un bosque de altura, El Paraíso, Honduras**

Presentado por:

Zarela Karenina Alvarado Peña  
Holger Vicente Barreno Coba

Aprobado:

---

Lucia López, M.Sc.  
Asesor principal

---

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

---

José Mora, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

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.

Las bromelias son plantas con estructuras capaces de albergar comunidades complejas de macro invertebrados acuáticos que son importantes ya que constituyen la base de la cadena alimentaria y juegan un papel crítico en el flujo natural de la energía y los nutrientes. Con el presente estudio se determinó la estructura y composición de los macro invertebrados acuáticos en bromelias en un bosque de altura en la comunidad Las Pacayas, municipio de Güinope. Para la toma de muestras se realizó un recorrido en el bosque en el cual se extrajeron 55 bromelias en un transepto de 50 metros. Se registraron algunas características morfométricas de las plantas, como la altura y el ancho de las bromelias. Se calculó el área y volumen del cono, se obtuvieron algunos parámetros del microhábitat y se correlacionaron con la fauna presente. Se estimaron índices de riqueza, abundancia y dominancia. Se identificaron cuatro especies de bromelias: *Catopsis hahnii* (una muestra), *Tillandsia cryptopoda* (13 muestras), *Catopsis morreniana* (20 muestras), *Catopsis* sp. (21 muestras) Los macro invertebrados encontrados en cada una de las especies de bromelias fueron clasificados e identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de claves taxonómicas. Se recolectaron 1,327 individuos de macro invertebrados acuáticos correspondientes a 32 taxa (14 órdenes y siete clases). Insecta fue la clase más abundante con el 68% de los individuos. Seis de las clases de macro invertebrados colectados pertenecen al Phylum Arthropoda y una al Phylum Mollusca. El Orden Diptera fue el más abundante con 60 % del total de individuos. *Catopsis morreniana* presentó el mayor número de macro invertebrados con 518 y mayor índice de Shannon ( $H' = 1.65$ ). *Catopsis hahnii* presentó 34 individuos y el mayor índice de Simpson (0.46), Berger-Parker (0.62) y mayor equidad de Pielou (0.65) también presentó el mayor volumen de agua (95cm<sup>3</sup>). La especie *Catopsis* sp. presentó el mayor índice Alfa de Fisher (5.03), Menhinick (1.05) y Margalef (3.56). El 28% de las especies de macro invertebrados fueron clasificados según su gremio alimenticio como depredadores y el mismo porcentaje de colectores. Factores como morfología de la bromelia y número de muestras por especie de bromelia, influenciaron los resultados, así como la época de muestreo que fue transitoria entre seca y lluviosa

**Palabras clave:** Güinope, Honduras, macroinvertebrados acuáticos, bromelias.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>8. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>33</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Número de individuos por Orden de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010....	16
2. Especies de bromelias (Bromeliaceae) y número de individuos por especie de bromelia recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	17
3. Valores de diversidad de Shanon ( $H'$ ) y Alfa de Fisher ( $S$ ), dominancia de Simpson y Berger – Parker, índices de riqueza de Margalef y Menhinick y equidad de Pielou calculados para el total de macro invertebrados acuáticos recolectados en 55 bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	18
4. Número de de individuos de macro invertebrados acuáticos encontrados en las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	19
5. Valores de los índices de diversidad de Shannon y Alfa de Fisher, dominancia de Simpson y Berger – Parker, riqueza Margalef y Menhinick y de equidad de Pielou calculados para los macroinvertebrados encontrados en las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	19
6. Valores estimados de la $t$ modificada para índices de diversidad ( $H'$ ) y su probabilidad asociada ( $p$ ) para las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	20
7. Valores del índice de Chao para las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	20
8. Valores de correlación lineal de Pearson entre los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad calculados para las comunidades macroinvertebrados encontrados en las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	20
9. Número de taxa por grupos funcionales de alimentación de los macroinvertebrados acuaticos para las cuatro especies de bromelia (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	26
10. Volumen de agua encontrado en las cuatro especies de bromelia (Bromeliaceae), Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	27
11. Volumen y área lateral, máximo y mínimo para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae), Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	27
12. Valores promedio del volumen de agua, volumen y área de la planta calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	27

13. Correlación lineal de Pearson entre el volumen de agua de los tanques de bromelias (Bromeliaceae), volumen y área de la planta calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010..... 28

## Figura

## Página

1. Representación gráfica de una curva de acumulación de especies.....	8
2. Ubicación de Las Pacayas en Güinope, El Paraíso, Honduras.....	12
3. Porcentaje de individuos por Clase de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010....	15
4. Porcentaje de individuos por Orden de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010....	16
5. Distribución y variación del número de individuos de macro invertebrados acuáticos por especie de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	17
6. Curva de acumulación de taxa de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) recolectadas, Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	18
7. Agrupamiento de las especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	21
8. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados encontrados en <i>Catopsis</i> sp., Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	21
9. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Catopsis morreniana</i> , Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	22
10. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Tillandsia cryptopoda</i> , recolectadas, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	22
11. Abundancia de individuos de macro invertebrados acuáticos por muestras para las cuatro especies de bromelias recolectadas, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	23
12. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Catopsis hahnii</i> , Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	24
13. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Catopsis</i> sp., Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	24
14. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Catopsis morreniana</i> , Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	25
15. Porcentaje de individuos por orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en <i>Tillandsia cryptopoda</i> , Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	25
16. Separación de las cuatro especies de Bromelias basado en el coeficiente de Sørensen, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	26
17. Separación simple por volumen de agua, volumen y área calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	28

Anexo	Página
1. Distribución taxonómica de macro invertebrados encontrados en las especies de bromelia, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	37
2. Total de individuos de macro invertebrados acuáticos por muestra recolectados en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	37
3. Macro invertebrados acuáticos encontrados en la especie de bromelia <i>Catopsis hahnii</i> recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	38
4. Agrupación y número de macro invertebrados para la especie de bromelia <i>Catopsis</i> sp. Recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010 ...	38
5. Agrupación y número de individuos para la especie de bromelia <i>Catopsis morreniana</i> recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	39
6. Agrupación y número de individuos para la especie de bromelia <i>Tillandsia cryptopoda</i> recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010. ....	40
7. Valores promedio de temperatura, pH, conductividad y turbidez para las cuatro especies de bromelia recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.....	40

## 1. INTRODUCCIÓN

Las epífitas son plantas que viven en las ramas y en los troncos de los árboles, aunque también se encuentran en rocas y otros sustratos. Los nutrientes de las epífitas no provienen de la planta hospedero, pero sí del material orgánico que se acumula en las ramas o del polvo que viene en el aire o en las lluvias. Las epífitas son un componente muy importante de los bosques nebulosos y tienen un papel importante en la intercepción del agua (Hawkins 1993). Las bromelias (Bromeliaceae - Plantae) son plantas epífitas y elementos importantes de los bosques tropicales, son plantas con alta complejidad estructural y persistencia de hábitat que sustentan comunidades complejas de insectos acuáticos, particularmente de mosquitos (Diptera: Culicidae) (Liria 2007). Entre los culícidos, las hembras son vectores en la transmisión de enfermedades como malaria, fiebre amarilla, dengue y filariasis, entre otras (Liria 2007).

La formación de estanques en la bromelia se ve facilitada por la disposición de sus hojas en roseta, lo cual permite que contenga una reserva de agua y detritus. La cantidad de agua y partículas que intercepta la bromelia varía con la forma y el tamaño de la planta. Así a mayor tamaño de la roseta de cada bromelia mayor es la capacidad para recibir el agua proveniente de la lluvia y partículas del dosel, esto implica más espacio para colonización de macroinvertebrados y recursos diversos como agua y nutrientes. Esto influye en la abundancia, riqueza y diversidad de invertebrados asociados a las bromelias (Ospina-Bautista *et al.* 2004).

La riqueza de especies de macroinvertebrados por bromelia puede estar asociada a la complejidad estructural. Es así como la riqueza de macroinvertebrados aumenta a medida que la bromelia se hace más compleja (Ospina-Bautista *et al.* 2004). Conocer los patrones que influyen en la estructura de una comunidad es un importante propósito ecológico ya que tiene implicaciones para la conservación de la diversidad (Ospina-Bautista *et al.* 2004). Es fundamental la protección de los bosques de altura y para ello es necesario contar con información específica (Hawkins 1993). Los estudios de fauna asociada a las bromelias son escasos en Honduras, por lo que estudios en este sentido son elementales para conocer la biodiversidad y a su vez servirán de guía para posteriores investigaciones.

El objetivo de este estudio es obtener información específica sobre la composición de macroinvertebrados que habitan en las bromelias y con ello determinar parámetros del micro hábitat y relacionarlos con la fauna presente en las bromelias. Así como determinar algunos parámetros del micro hábitat en bromelias y relacionarlos con la fauna presente y estimar la riqueza de los invertebrados acuáticos asociados a las bromelias. La relevancia de este estudio radica en la necesidad de contar con información acerca de toda la cadena de dependencia de hábitat que generan las bromelias. Hay una amplia variedad de

macroinvertebrados que habitan este tipo de epifitas, por lo que resulta de interés ecológico conocer como las condiciones físico químicas así como la disponibilidad de nutrientes y la abundancia del agua pueden alterar la variedad y cantidad de las especies de macro invertebrados.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 FITOTELMATAS

Los fitotelmatas, son plantas que poseen estructuras como hojas modificadas, axilas de hojas, flores y otras estructuras, capaces de almacenar agua y que son de utilidad para el desarrollo de una o varias comunidades de organismos asociados (Liria 2007). Distintos autores señalan la importancia de los fitotelmata en diversos procesos ecológicos, especialmente en dispersión, colonización e interacción entre especies de macroinvertebrados y también como elementos estructurales de los bosques tropicales (Liria 2007). Greeney (2001) señala 29 familias de plantas y unas 1,500 especies como posibles fitotelmatas entre las cuales las bromelias son un taxón con gran número de representantes. Así Frank (1983; 2002) indica la presencia de más de 2,000 especies de bromelias neotropicales, donde tal vez la mitad de estas especies pueden considerarse verdaderas fitotelmatas. Otros ejemplos de fitotelmatas son: Araceae, Heliconiaceae, Amaranthaceae y Bambusoideae. Los huecos de árboles, conchas de frutas, espatas y hojas caídas de las plantas también pueden acumular agua y por lo tanto permiten el desarrollo de comunidades de macroinvertebrados acuáticos (Greeney 2001).

Los fitotelmatas se forman cuando aparecen cavidades con agua como parte de la forma de las plantas. En el caso de las bromelias presentan modificaciones morfológicas, como la roseta y la succulencia o engrosamiento de las hojas que permiten acumular agua (Srivastava 1998). De esta forma las bromelias proveen refugio, agua, recursos y nutrientes, es decir tienen todo lo necesario para la sobrevivencia de especies de animales (Richardson 1999). Los macroinvertebrados que dominan este tipo de hábitat son las larvas detritívoras, entre las que están los quironómidos (Diptera: Chironomidae), ceratopogónidos (Diptera: Ceratopogonidae), mosquitos (Diptera: Culicidae) y tipúlidos (Diptera: Tipuliidae). El segundo grupo dominante son las larvas filtradoras y por último se encuentran algunas larvas depredadoras (Srivastava 1998), hay varios grupos que están casi ausentes de estos ambientes, principalmente de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Orthoptera, Megaloptera, Neuroptera y Trichoptera. Otros órdenes comunes en hábitats lénticos, tales como Odonata y Hemiptera son raros en los fitotelmatas.

La calidad y cantidad de agua dentro de los tanques de bromelias es uno de los factores más importantes en la determinación de las comunidades asociadas a los fitotelmatas. La calidad y cantidad del agua puede ya sea limitar o permitir la existencia de comunidades complejas dentro de estos ambientes (Kitching 1999). En bromelias de menor tamaño la cantidad de agua tiende a ser poca por lo que los organismos asociados a éstas, se ven obligados a vivir en un hábitat más o menos seco (Gutiérrez 1996). La calidad del agua

en las fitotelmatas se refiere a lo que es la química del agua. Entre los factores a considerar esta la acidez del agua (pH). Los niveles de acidez son respuesta de los cambios ocasionados por dilución. Por lo que, dependiendo del grado de acidez en los tanques las comunidades acuáticas asociadas a estos también varía. La conductividad es otro factor químico importante en los fitotelmatas, que también influyen en la composición de especies dentro de los estanques de las fitotelmatas, existe también una relación directa entre la temperatura y los organismos asociados a los fitotelmatas. Al igual que el oxígeno disuelto que es vital para la sobrevivencia de los organismos (Kitching 1999).

### **2.1.1 Heliconiaceae**

Las heliconias también llamadas platanillas, tienen hojas simples y alternas que son de gran tamaño. Las venas de las heliconias son perpendiculares al eje central. Las hojas se rasgan fácilmente y usualmente las plantas en el bosque tienen hojas divididas. La base envolvente de la hoja algunas veces está abierta al extremo. La inflorescencia puede ser erecta o péndula y siempre al extremo del tallo. Las brácteas de las heliconias con inflorescencias erectas que contienen comunidades de animales (insectos, caracoles y organismos microscópicos) son similares a las que están presentes en las cuencas axilares de las bromelias; sin embargo, se encuentran especies diferentes en cada tipo de planta (Richardson *et al.* 2000). Estudios de la fauna común que se encuentra en las brácteas de las heliconias indican que la fauna es diversa e incluye predadores, filtradores, herbívoros y nectarívoros (Naeem 1990). Entre los más comunes están los dípteros, principalmente los de la familia Culicidae, seguido por Chironomidae (Naeem 1990; May 1999).

### **2.1.2 Bambusoideae**

Son plantas monocotiledóneas, de la familia Poaceae, los bambués son gramíneas que favorecen la acumulación de agua en sus entrenudos, ya sea por acción o por la lluvia almacenada en los tallos metabólicos abiertos. En el bambú se genera un micro hábitat con las condiciones ideales para el desarrollo de macroinvertebrados (Martins *et al.* 2008). Entre la fauna común que se puede encontrar dentro de los internudos del bambú están principalmente los dípteros, tales como ceratopogónidos, culícidos y tipúlidos y algunos grupos de Odonata (Louton *et al.* 1996).

### **2.1.3 Araceae**

Araceae es una familia diversa e importante con plantas herbáceas en la zona neotropical. Esta familia incluye plantas trepadoras y hemiepipítas. Las hojas de las aráceas son alternas, simples y usualmente enteras. A diferencia de otras monocotiledóneas, las aráceas tienen venas que forman una red. Ciertas especies de aráceas tienen savia cáustica o fétida. La inflorescencia de las aráceas es inconfundible: una espiga con flores pequeñas y hundidas. Se reconocen las aráceas por las hojas y pecíolos más o menos suculentos y el brillo lustroso de las hojas. Algunas especies de aráceas se usan como

plantas ornamentales. Se cultiva en Centroamérica y Suramérica por sus frutos. Sin embargo, la mayoría de las aráceas son venenosas, debido a altas concentraciones de oxalatos de calcio y otros compuestos (Martins *et al.* 2008). Varias especies de aráceas pueden acumular agua en las brácteas de sus inflorescencias donde pueden vivir diferentes comunidades de macroinvertebrados (Naeem 1990).

## 2.2 BROMELIACEAE

Las bromelias son hierbas principalmente terrestres, sin embargo, son mejor conocidas como gallos, gallitos y parásitas. Las bromelias son plantas hermafroditas o dioicas es decir con flores funcionalmente unisexuales, sus hojas son láminas alargadas y triangulares. Las bromelias presentan inflorescencias generalmente terminales (laterales), simples o compuestas, con sépalos libres o a veces unidos entre sí (connados). Los pétalos de las bromelias son libres, cortamente connados hasta connados o aglutinados por más de la mitad de su longitud, su fruto es una baya o cápsula con semillas con o sin apéndices (Stevens *et al.* 2001).

Bromeliaceae incluye 46 géneros y cerca de 2,000 especies distribuidas en el continente Americano desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina y Chile, también en las Antillas. En Honduras las primeras descripciones de Bromeliaceae se realizaron en 1831 por Paul C. Standley, con la descripción de 15 especies de bromelias. Así mismo Gilmartin (1965) realizó uno de los estudios florísticos sobre bromelias más completos del país. En el estudio se describieron 97 especies distribuidas en 10 géneros. Molina (1975) enlistó 101 especies en 11 géneros para Honduras, que fueron luego reclasificadas hasta llegar a 106 especies en 12 géneros (Cave 1998). Bromeliaceae se ha dividido tradicionalmente en tres subfamilias: Pitcairnioideae, Bromelioideae y Tillandsioideae.

### 2.2.1 Pitcairnioideae

Las especies de Pitcairnioideae son en su mayoría terrestres, presentan raíces largas y funcionales, las hojas casi siempre son espinosas y aserradas. Las Pitcairnioideae tienen frutos generalmente en capsulas y estos pueden ser dehiscentes o raramente indehiscentes. Pitcairnioideae está representada a nivel mundial por los siguientes géneros *Abromeitiella*, *Ayensua*, *Brocchinia*, *Connelia*, *Cottendorfia*, *Deuterocohnia*, *Dickia*, *Encholirium*, *Fosterella*, *Hochtia*, *Navia*, *Pitcarnia* y *Puya* (Takhtajan 2008).

### 2.2.2 Tillandsioideae

La mayor parte de Tillandsioideae son plantas epífitas, las raíces son funcionales y en discos de fijación que algunas veces no están presentes, sus hojas generalmente poseen un margen sin espinas, los apéndices de los pétalos pueden estar presentes o ausentes, los frutos son cápsulas. Este grupo contiene nueve géneros con casi 1,250 especies; los géneros son: *Alcantarea*, *Catopsis*, *Glomeropitcarnia*, *Guzmania*, *Mezobromelia*, *Racinaea*, *Tillandsia*, *Vriesea* y *Werauhia* (Takhtajan 2008).

### 2.2.3 Bromelioideae

La mayor parte de Bromelioideae son plantas epifitas, sin tallo aparente. Las raíces son funcionales y en discos de fijación, las hojas son generalmente espino - serradas y los frutos generalmente secos. Bromelioideae posee el mayor número de géneros con 30, pero menor número de especies con aproximadamente 750 (Takhtajan 2008).

## 2.3 LOS MACROINVERTEBRADOS

Los macroinvertebrados acuáticos incluyen a un grupo diverso de organismos que llegan a alcanzar un tamaño superior a 0.5 mm. Los macroinvertebrados acuáticos son importantes desde el punto de vista ecológico ya que constituyen la base de la cadena alimentaria, son alimento de otros organismos y a la vez se alimentan de materia orgánica o son de hábitos carnívoros. Es así como este grupo de organismos juegan un papel crítico en el flujo natural de la energía y los nutrientes (Barinas 2008). La palabra “macroinvertebrados” se refiere a varios grupos taxonómicos que comparten dos características: son invertebrados y son fáciles de observar debido a su tamaño (Roldán 1992). Los macroinvertebrados incluyen organismos como los artrópodos (Arthropoda) (insectos, ácaros, crustáceos), moluscos (Mollusca), anélidos (Annelida), nemátodos (Nematoda) y platelmintos (Platyhelminthes) (Hauer y Resh 1996).

Para aprovechar los diferentes recursos tróficos que existen en los ecosistemas fluviales, los macro invertebrados acuáticos poseen alta variedad de adaptaciones morfológicas, estructurales y de comportamiento (Alonso y Camargo 2005). Esto hace posible que los macroinvertebrados estén presentes en una amplia variedad de micro ecosistemas. La mayoría de especies de macro invertebrados son pequeños, por ende la biota acuática es muy diversa y abundante a diferencia de la biomasa (Roldán 1992). Los grupos tróficos de macro invertebrados acuáticos se dividen en cuatro grupos funcionales de alimentación:

1. Los fragmentadores se encargan de procesar las partículas gruesas del material orgánico transformándolas en proporciones finas y en materia orgánica particulada
2. Los filtradores se alimentan de materia orgánica particulada fina o muy fina;
3. Los raspadores se alimentan de algas del perifiton (Lampert y Sommer 2007)
4. Los depredadores se alimentan de todos los demás grupos (González y García 1995).

## 2.4 LOS BOSQUES DE ALTURA O NUBLADOS

Los bosques de montaña poseen gran riqueza, abundancia y biomasa de epífitas vasculares, lo que se puede explicar en parte, porque la neblina cubre las montañas durante buena parte del tiempo y proporciona a las epífitas la humedad requerida para su crecimiento (Ospina-Bautista *et al.* 2004). Este tipo de bosques son ecosistemas únicos que se encuentran solo en determinadas regiones montañosas tropicales. Las condiciones climáticas distintivas de los bosques de altura, los hacen apropiados para miles de plantas

y animales que no pueden encontrarse en ningún otro sitio en la tierra (Zavala 2002). Dentro de los ecosistemas húmedos y muy húmedos, los bosques de altura son los únicos bosques en los cuales se presenta precipitación horizontal, que influye en el régimen hídrico, en los suelos, en las condiciones climáticas y por ende en la ecología del lugar (Hawkins 1993). Debido a las condiciones que presentan los bosques nebulosos estos encierran una gran diversidad de flora y fauna que incluso se encuentra en peligro de extinción. En este tipo de bosques es muy probable que se guarden una gran variedad de especies endémicas (Hawkins 1993) tales como el anfibio *Nototriton nasalis* y dos especies de orquídeas, *Lepanthes edwardsii* y *Octomeria hondurensis*.

Es importante destacar que en Honduras, la población hace uso de la biodiversidad encontrada en los bosques nublados. Tal es el de la Cordillera de Montecillos, en donde mediante un estudio se reveló que las comunidades locales utilizaban más de 250 especies, el 6% provenía del bosque virgen y casi el 51% de los bosques secundarios. En otro estudio se mostró el uso de 136 especies de plantas con usos medicinales (IEA-SERNA 2001). En Honduras el bosque nublado tiene una pérdida anual del 4% y de continuar este ritmo (y nada indica lo contrario) los bosques montanos de hoja ancha (latifoliados) desaparecerán en aproximadamente 20 años (Brown y Kappelle 2000). Los bosques de altura son importantes por la producción de agua, mantenimiento de la diversidad biológica del país y la conservación del suelo, así como para el hogar de un alto número familias de campesinos que producen y obtienen sus propios bienes de consumo de las montañas. El aspecto más importante en términos económicos es la gran cantidad de agua para beneficio de las comunidades que rodean las montañas y por la generación de energía hidroeléctrica (Zavala 2002).

## **2.5 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD, RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DOMINANCIA.**

Para estimar la diversidad se debe considerar que: se tiene buen conocimiento de la composición taxonómica y que los individuos asignados a una clase (especie) son considerados idénticos. Es decir, no se reconoce la variabilidad que puede existir (Pla 2006).

### **2.5.1 Curva de acumulación de taxa**

Las curvas de acumulación de taxa muestran el número de especies acumuladas, conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llega un momento en que el número de especies alcanza el máximo (Figura 1) y se estabilizará en una asíntota (Escalante 2003).

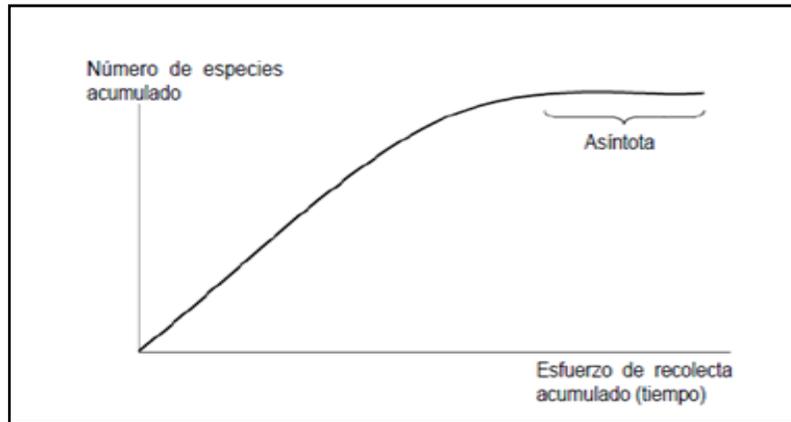


Figura 1. Representación gráfica de una curva de acumulación de especies.  
Fuente: Escalante, 2003

### 2.5.2 Índice de Chao

El índice de Chao es un estimador no paramétrico de la riqueza total de especies. Este índice da una medida del inventario completo y la riqueza de especies (Henderson 2003). El índice de Chao se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$S_{\max} = S_{\text{obs}} + (a^2/2b) \quad [1]$$

donde a y b son la cantidad de taxa que estuvieron representadas en las muestras por uno (especies únicas en la muestra) y dos individuos (especies dobles, presentes en dos muestras),  $S_{\text{obs}}$  es la cantidad total de especies observadas y  $S_{\max}$  es la riqueza máxima esperada (Henderson 2003).

### 2.5.3 Índice de Shannon-Weaver

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. La diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes (Pla 2006). El índice de Shannon se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum^K p_i \log p_i \quad [2]$$

donde K es el número de categorías,  $p_i$  es la proporción de observaciones en cada categoría,  $n_i$  es el número de individuos por especie, N es el número total de individuos en una muestra. El valor del índice varía de 0,0 a 5,0 (Zar 1996).

### 2.5.4 Índice de diversidad alfa de Fisher

Es independiente del tamaño de la muestra y da poco peso a las especies más comunes de la muestra (Fisher *et al.* 1943 citado por Acevedo *et al.* 2006). Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$S = \alpha \log_e \left(1 + \frac{N}{\alpha}\right) \quad [3]$$

donde  $S$  es el número de especies de la muestra,  $N$  el número de individuos de la muestra y  $\alpha$  el índice de diversidad. La constante  $\alpha$  es una expresión de la diversidad de especies en la comunidad. Será un valor bajo cuando el número de especies sea escaso y alto conforme haya diversidad de especies. Hay que mencionar que para obtener el valor de  $\alpha$  es necesario hacerlo por un método numérico, ya que no se puede despejar utilizando álgebra simple (Fisher *et al.* 1943 citado por Acevedo *et al.* 2006).

### 2.5.5 Dominancia

La dominancia puede expresarse como la proporción de la especie o especies más abundantes respecto al total, señala el número de ellas que se consideren dominantes. La dominancia queda definida por el cociente entre la suma de las abundancias de las dos especies más abundantes de cada comunidad y el total de ejemplares capturados (Kotinoussa 1998).

#### 2.5.5.1 Índice de dominancia de Simpson

Determina la abundancia de las especies más comunes, su valor va de 0 a 1. Se calcula por medio de la ecuación:

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad [4]$$

donde  $n_i$  es el número de individuos de una especie y  $N$  es el número total de individuos (Brower *et al.* 1997).

#### 2.5.5.2 Índice de dominancia de Berger-Parker

Este índice es una medida de dominancia numérica, que expresa la abundancia proporcional de especies del total de una muestra debido a la especie más abundante. La fórmula es la siguiente:

$$D = \frac{N_{max}}{N} \quad [5]$$

donde D es igual a dominancia, N el total de individuos en la muestra,  $N_{max}$  es la cifra mayor de individuos de determinada especie, es decir la especie más abundante de la muestra (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo 2001).

## 2.5.6 Índices de riqueza

### 2.5.6.1 Índice de Riqueza de Margalef

La Riqueza de Margalef determina el mayor número de individuos representados en cada una de las muestras y se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{s-1}{\log_{(n)}} [6]$$

donde S es el número total de especies y N es el número total de individuos detectados (Brower *et al.* 1997).

### 2.5.6.2 El Índice de riqueza de Menhinick

El índice de riqueza de Menhinick se basa en la relación entre el número de especies y el número de observaciones, que crece al aumentar el tamaño de la muestra. Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{n}} [7]$$

donde S es el número de especies y N es el número total de especies que se registra.

## 2.5.7 Equidad de Pielou

La equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Kotinoussa 2008). Este índice varía entre 0, mínima diversidad relativa y 1, máxima diversidad relativa, cuando todas las especies son igualmente abundantes:

$$J' = H' / \log_2 S [8]$$

donde S es el número máximo de especies en la muestra y H' es el índice de Shannon – Weaver.

### 2.5.8 Índice de Sørensen

Es utilizado para datos cualitativos de presencia/ausencia. El Índice de Sørensen está, asimismo, diseñado para ser igual a 1 en casos de similitud completa e igual a 0 en comunidades sin especies en común. El Índice de Sørensen se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$C_s = \frac{2C}{A+B} * 100 [9]$$

donde A es el número de especies de una de las muestras, B es igual al número de especies de la otra muestra y C es igual al número de especies comunes en ambas muestras (Kotinoussa 2008).

### 2.5.9 Análisis de grupos de unión simple o análisis Clúster

El análisis clúster es descriptivo y no inferencial y se basa en la semejanza de los individuos o en las clases; en la taxonomía se utiliza como una técnica exploratoria. Tiene como punto de partida una matriz de distancias o proximidades que mide el grado de semejanza entre los objetos a partir de una serie de características (Visauta, 1998 citado por Pedroza y Dicovskyi 2006)

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Las Pacayas, se localiza en Güinope, El Paraíso, en la parte centro sur de Honduras (Figura 2). El área de la micro cuenca La Chorrera es de 682 ha. En el área predominan relieves montañosos y escarpados con pendientes que van desde 20% hasta 80%, se encuentra a una altura aproximada de 1,750 msnm, presenta una temperatura promedio anual de 24 °C, la precipitación media anual de la zona es de 1,110 mm distribuidos entre mayo y octubre (Devisscher 2004). El área se encuentra en una zona de bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bh – MBS). El bosque a lo largo de la quebrada la Chorrera se considera un remanente de un bosque de galería existente anteriormente (Devisscher 2004). *Quercus oleoides* y *Guazuma ulmifolia* constituyen más de la cuarta parte del total de árboles registrados del bosque de galería. Las especies más comunes en el bosque de galería son: *Quercus oleoides*, *Guazuma ulmifolia*, *Luehea candida*, *Tabebuia rosea*, *Inga vera* y *Bursera simaruba* (Devisscher 2004).

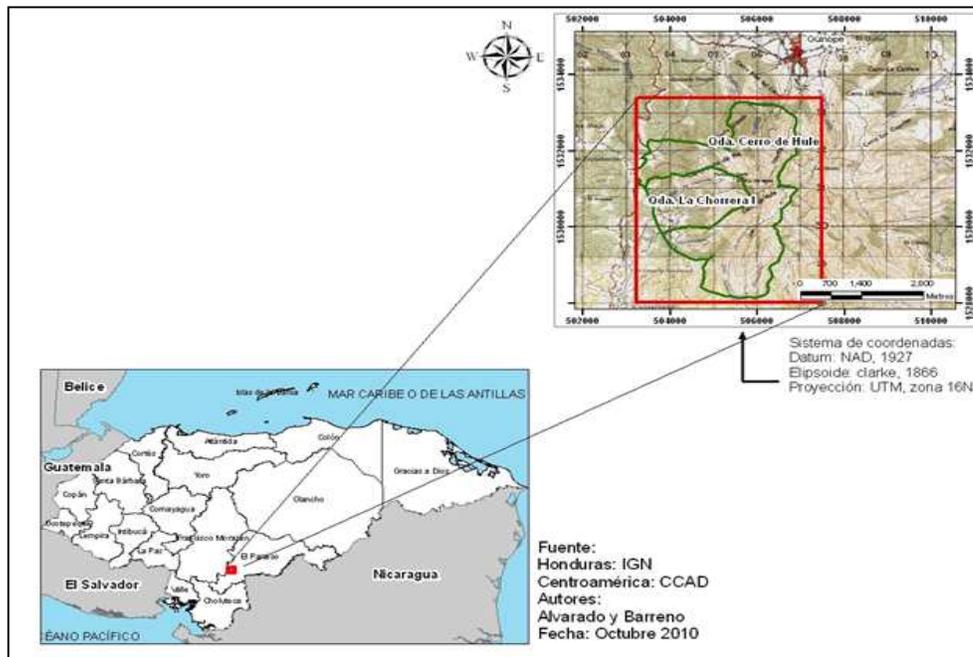


Figura 2. Ubicación de Las Pacayas en Güinope, El Paraíso, Honduras.  
Fuente: Alvarado y Barreno, 2010

### 3.2 MUESTREO

Se realizó un recorrido por Las Pacayas, en la cual se seleccionó el área de muestreo. El área muestreada consistió de un transepto de 50 metros en un día de trabajo, del área se colectaron 55 bromelias. Una vez colectadas las muestras de los árboles seleccionados se procedió a embolsarlas y cerrarlas para su pronto análisis respectivo. 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).

### 3.3 MEDICIONES MORFOLÓGICAS

Para establecer el tamaño y capacidad de retención de agua de cada individuo se registraron algunas características morfométricas de las plantas, como la altura y el ancho. También se calculó el área y volumen del cono mediante la fórmula:

$$A = (h^2 + R^2) \pi r + \pi r^2 \quad [10]$$

donde A es el área,  $\pi$  es 3.1416, R el radio y h la altura de la planta. El volumen de la roseta se calculó a partir del volumen de un cono:

$$V = (\pi r^2 \times h) / 3 \quad [11]$$

donde V es el volumen de la planta. De igual forma aquellas plantas que contenían suficiente agua se les determinó temperatura, pH, conductividad y turbidez.

Para recolectar los invertebrados acuáticos asociados a las especies de bromelias se procedió a deshojar la planta y a lavar sus hojas con agua. Posteriormente se procedió a filtrar el material resultante con la ayuda de una manta fina. El método utilizado tiene como ventaja que permite recolectar todos los individuos asociados a la bromelia, principalmente los estados larvales. Las muestras de macroinvertebrados de cada bromelia fueron separadas de la planta en el laboratorio y conservadas en frascos etiquetados con alcohol al 70%. Cada individuo fue clasificado e identificado hasta el nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de claves taxonómicas (Roldán 1988; Merritt y Cummins 1996; Ospina-Bautista *et al.* 2004) y con la ayuda de un estereoscopio marca LW science scientific vision.

### 3.4 ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un estudio del número de individuos de los taxa de invertebrados presentes en cada planta para calcular el índice de diversidad de Shannon y alfa de Fisher, dominancia de Simpson y Berger-Parker, índices de riqueza de Margalef, el Índice de Menhinick y el Índice de equidad de Pielou. Se calculó el índice de Chao y se compararon los índices de diversidad con una t modificada. Se realizó una correlación lineal de Pearson entre los índices de diversidad H'. Se hizo un análisis de grupos de unión simple basado en el

coeficiente de Sørensen. Los datos fueron analizados por medio del programa PAST y MVSP y con la ayuda de la herramienta de Excel: XLSTAT.

Las especies de bromelias recolectadas se identificaron a nivel de especie con ayuda de la Bióloga Eydi Yanina Guerrero Medina (del herbario de la EAP) y para cada una de estas se analizó su abundancia, índices de diversidad, riqueza y dominancia. Se realizaron curvas de acumulación de familias de macroinvertebrados. Así, también se analizaron las similitudes mediante análisis de clusters, correlaciones de Pearson y variación entre los índices obtenidos, el volumen de agua, volumen y área calculados.

#### 4. RESULTADOS

La fauna de macro invertebrados acuáticos asociada a las bromelias fue de 1,327 individuos correspondientes a 32 taxa, clasificados en 14 órdenes y siete clases (Anexo 1). La clase Insecta fue la más abundante con el 68% de los individuos (Figura 3). Seis de las clases de macro invertebrados colectados pertenecen al Phylum Arthropoda y una al Phylum Mollusca. Los órdenes Diptera, Isopoda y Coleoptera, fueron los más abundantes con 60%, 19% y 6% de individuos respectivamente (Figura 4, Cuadro 1).

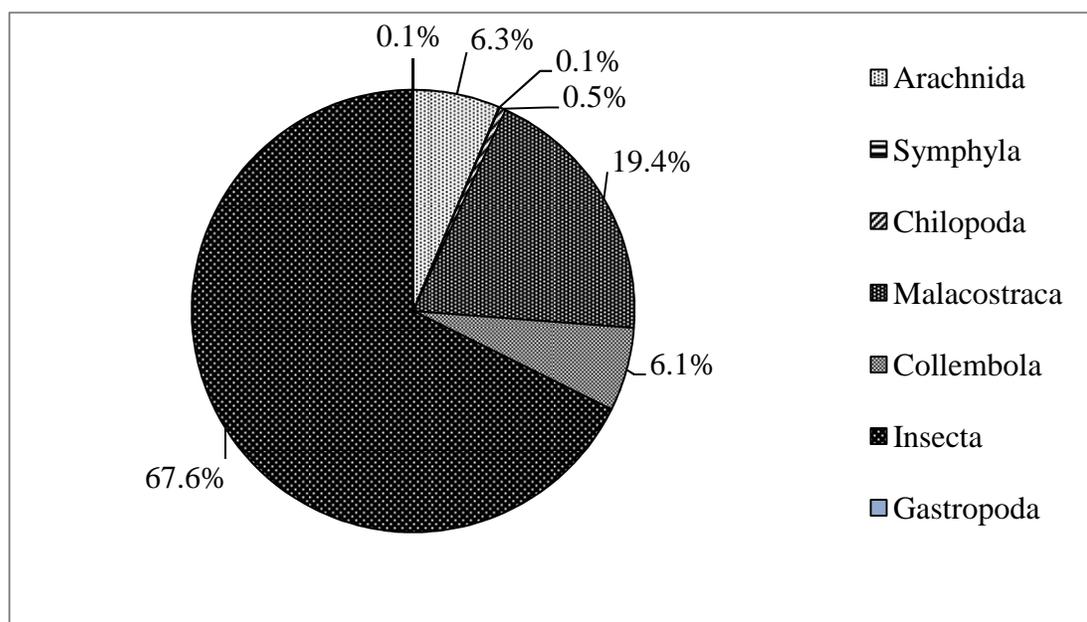


Figura 3. Porcentaje de individuos por Clase de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

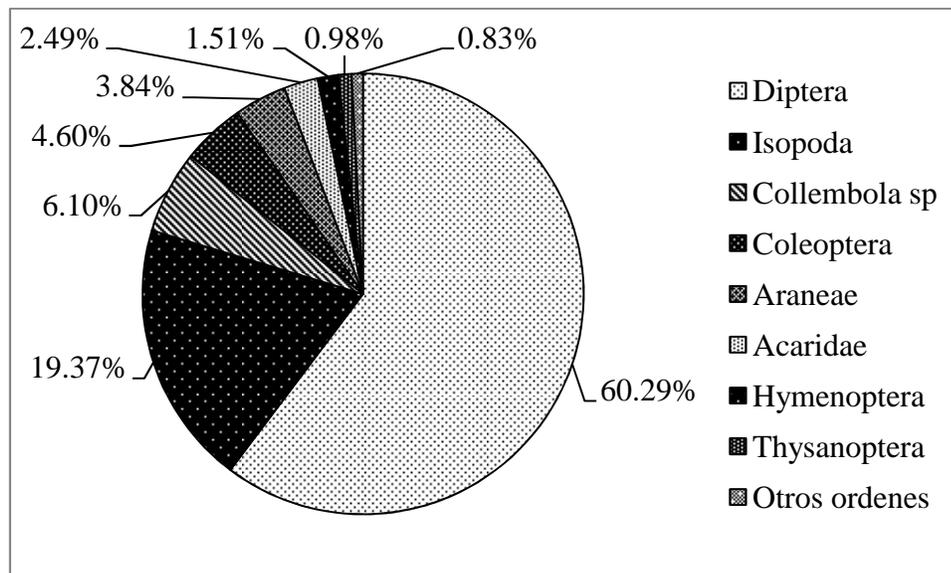


Figura 4. Porcentaje de individuos por Orden de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Cuadro 1. Número de individuos por Orden de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Orden</b>	<b>Número de individuos</b>
Diptera	800
Isopoda	257
Collembola	81
Coleoptera	61
Araneae	51
Prostigmata	33
Hymenoptera	20
Thysanoptera	13
Chilopoda	6
Symphyla	1
Hemiptera	1
lepidoptera	1
Orthoptera	1
Basommatophora	1
	1,327

Se identificaron cuatro especies de bromelias (Cuadro 2). La especie *Catopsis morreniana* fue la que presentó mayor número de individuos de macro invertebrados asociados a sus depósitos de agua mientras que *Catopsis hahnii* fue la que presentó el menor número de individuos (Figura 5).

Cuadro 2. Especies de bromelias (Bromeliaceae) y número de individuos por especie de bromelia recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Especies colectadas	Número de Muestras
<i>Catopsis</i> sp.	21
<i>Catopsis morreniana</i>	20
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	13
<i>Catopsis hahnii</i>	1

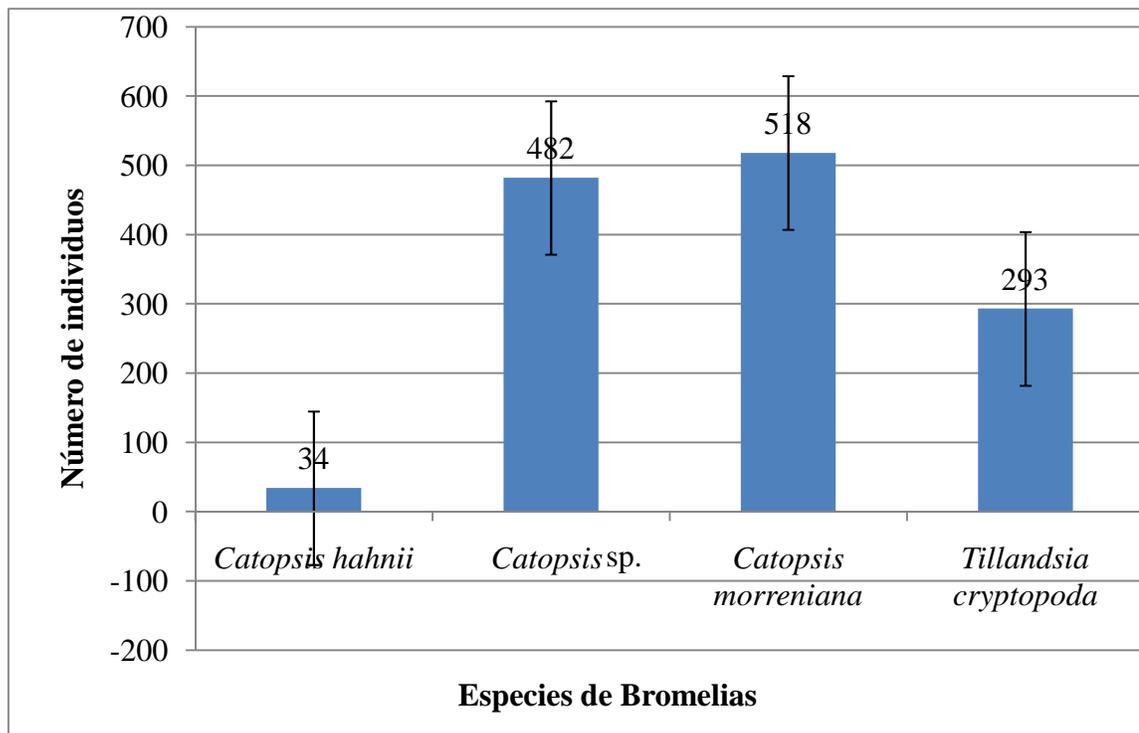


Figura 5. Distribución y variación del número de individuos de macro invertebrados acuáticos por especie de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

En las plantas de bromelias recolectadas el número de macro invertebrados acuáticos varió desde cinco hasta 69. La muestra 23 de la especie *Catopsis morreniana* fue la que presentó el mayor número de individuos de macroinvertebrados. Por su parte, la muestra nueve de la misma especie, fue la que tuvo el menor número de individuos (cinco, Anexo 2).

Los dos índices de diversidad calculados para las 55 muestras fueron  $H' = 1.6$  y  $S = 5.9$  (Cuadro3). Los índices de dominancia de Simpson y Berger – Parker fueron de 0.4 y 0.6 respectivamente (Cuadro 3), la riqueza de Menhinick y Margalef fueron de 0.9 y 4.3 respectivamente (Cuadro 3). La Equidad de los individuos en las bromelias fue de un 46%. En cuanto a la cantidad de taxa nuevas recolectadas en los muestreos, aumenta a medida que crece el número de muestras (Figura 6).

Cuadro 3. Valores de diversidad de Shanon ( $H'$ ) y Alfa de Fisher ( $S$ ), dominancia de Simpson y Berger – Parker, índices de riqueza de Margalef y Menhinick y equidad de Pielou calculados para el total de macro invertebrados acuáticos recolectados en 55 bromelias (Bromeliaceae) en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Índices	Valor
$H'$	1.6
$S$	5.9
Simpson	0.4
Berger-Parker	0.6
Menhinick	0.9
Margalef	4.3
Equidad	0.5

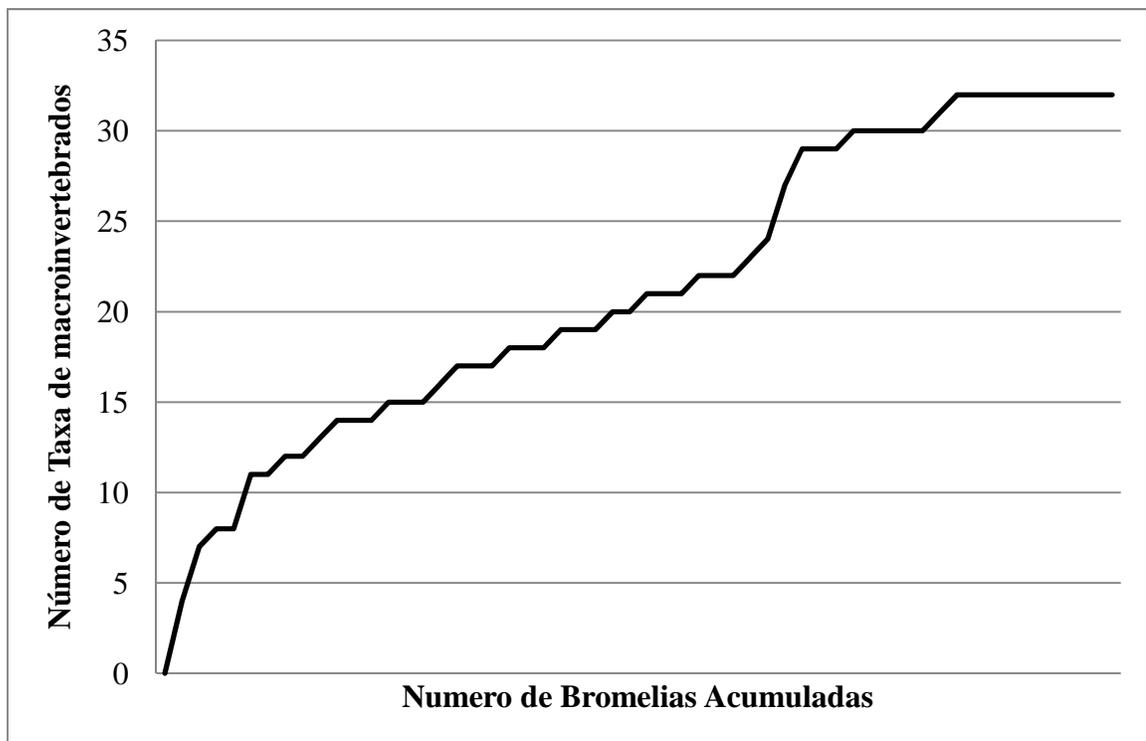


Figura 6. Curva de acumulación de taxa de macroinvertebrados encontrados en bromelias (Bromeliaceae) recolectadas, Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

En *Catopsis* sp. se encontró el mayor número de taxa recolectadas (23, Cuadro 4), en *Catopsis morreniana* se encontró el mayor número de individuos (518, Cuadro 4). En la especie *Catopsis hahnii* con una sola planta, se encontró seis taxa y 34 macroinvertebrados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de de individuos de macro invertebrados acuáticos encontrados en las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Bromelias</b>	<b>Número de taxa</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Catopsis morreniana</i>	20	518
<i>Catopsis</i> sp.	23	482
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	17	293
<i>Catopsis hahnii</i>	6	34

El índice de Shannon más alto lo presento la especie de bromelia *Catopsis morreniana* con un valor de 1.6 (Cuadro 5), el alfa de Fisher obtenido fue mayor para *Catopsis* sp., sin embargo los valores de los índices de dominancia de Simpson y Berger – Parker fueron los más altos en la bromelia *Catopsis hahnii* con 0.4 (Cuadro 5) para ambos. Los índices de Riqueza de Menhinick y Margalef mas altos encontrados fueron en la bromelia *Catopsis* sp., con valores de 1.1 y 3.6 (Cuadro 5), la equidad de Pielou resultó mayor, 0.7, en la bromelia *Catopsis hahnii* (Cuadro 5). En la comparación, la probabilidad (p) se obtuvo para *Catopsis hahnii* valores menores a 0.01 (Cuadro 6) al compararla con las otras especies de bromelias. Respecto al índice de Chao calculado para las cuatro especies de bromelias se obtuvo que *Catopsis* sp. presentó el valor de 63.5 (Cuadro 7) que resulta ser el más alto mientras que el más bajo de 6 resultó para *Catopsis hahnii* (Cuadro 7).

Cuadro 5. Valores de los índices de diversidad de Shannon y Alfa de Fisher, dominancia de Simpson y Berger – Parker, riqueza Margalef y Menhinick y de equidad de Pielou calculados para los macroinvertebrados encontrados en las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Bromelias</b>	<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis</i> sp.	<i>Catopsis morreniana</i>	<i>Tillandsia cryptopoda</i>
<b>Índice</b>				
Shannon	1.2	1.6	1.7	1.4
Alfa de Fisher	2.1	5.0	4.1	3.9
Simpson	0.4	0.4	0.3	0.4
Berger-Parker	0.6	0.6	0.5	0.6
Menhinick	1.0	1.1	0.9	1.0
Margalef	1.4	3.6	3.0	2.8
Equidad	0.7	0.5	0.6	0.5

Cuadro 6. Valores estimados de la t modificada para índices de diversidad (H') y su probabilidad asociada (p) para las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Comparación	t	p
<i>Catopsis hahnii</i> - <i>Catopsis</i> sp.	3.32	< 0.01
<i>Catopsis hahnii</i> - <i>Catopsis morreniana</i>	3.56	< 0.01
<i>Catopsis hahnii</i> - <i>Tillandsia cryptopoda</i>	2.95	< 0.01
<i>Catopsis</i> sp. - <i>Catopsis morreniana</i>	0.76	0.45
<i>Catopsis</i> sp. - <i>Tillandsia Cryptopoda</i>	-0.81	0.42
<i>Catopsis morreniana</i> - <i>Tillandsia cryptopoda</i>	-1.45	0.15

Cuadro 7. Valores del índice de Chao para las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Especie de Bromelia	Chao
<i>Catopsis hahnii</i>	6.0
<i>Catopsis</i> sp.	63.5
<i>Catopsis morreniana</i>	22.7
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	17.0

La mayor correlación respecto a los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad de las comunidades de macro invertebrados acuáticos en las diferentes especies de bromelias recolectadas fue de 1.00 para *Catopsis* sp. y *Tillandsia cryptopoda* (Cuadro 8). La menor correlación se dio entre *Catopsis* sp. y *Catopsis hahnii* con un valor de 0.964 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de correlación lineal de Pearson entre los índices de diversidad, dominancia, riqueza y equidad calculados para las comunidades macroinvertebrados encontrados en las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

	<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis</i> sp.	<i>Catopsis morreniana</i>
<i>Catopsis</i> sp.	<u>0.964</u>		
<i>Catopsis morreniana</i>	0.966	0.997	
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	0.968	<u>1.000</u>	0.997

La mayor similitud entre las cuatro especies de bromelias recolectadas en Las Pacayas fue entre *Catopsis morreniana* y *Catopsis* sp.(68%, Figura 7), y la de menor similitud fue *Catopsis hahnii* con un valor menor a 20% (Figura 7) respecto a las otras tres especies de bromelia.

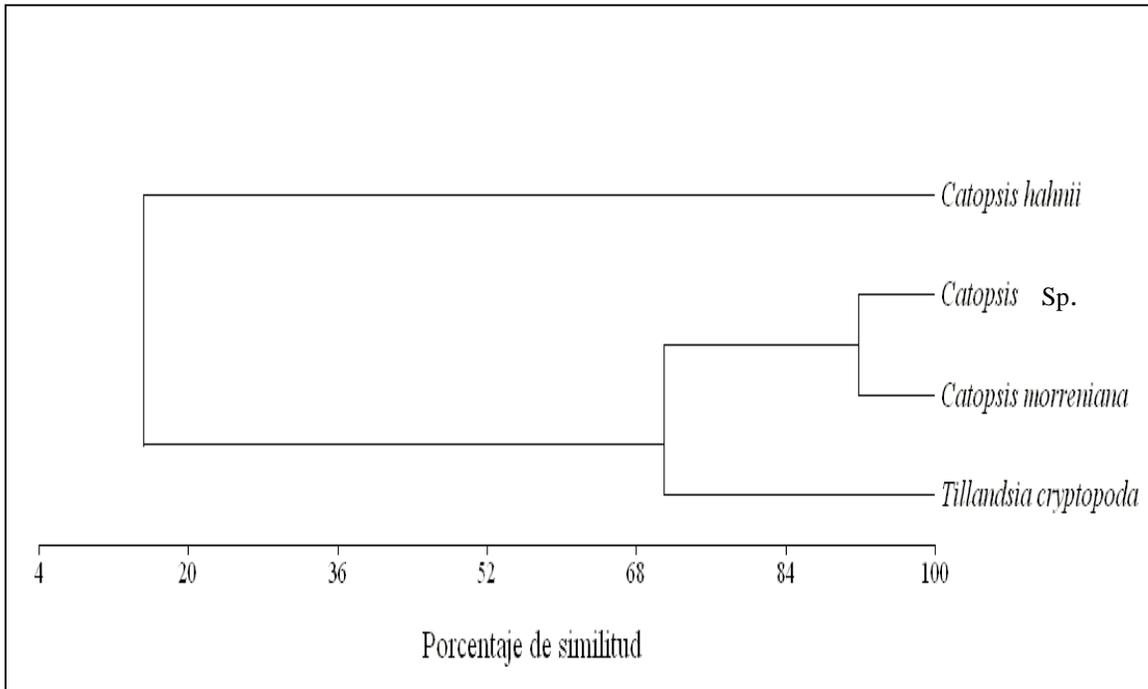


Figura 7. Agrupamiento de las especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

En el caso de las otras tres especies, *Catopsis sp.*, *Catopsis morreniana* y *Tillandsia cryptopoda*, se obtuvo que solo en *Catopsis sp.* la curva de acumulación de taxa tiende a seguir en aumento. En las otras dos especies la curva tiende a estabilizarse (Figuras 8,9 y 10).

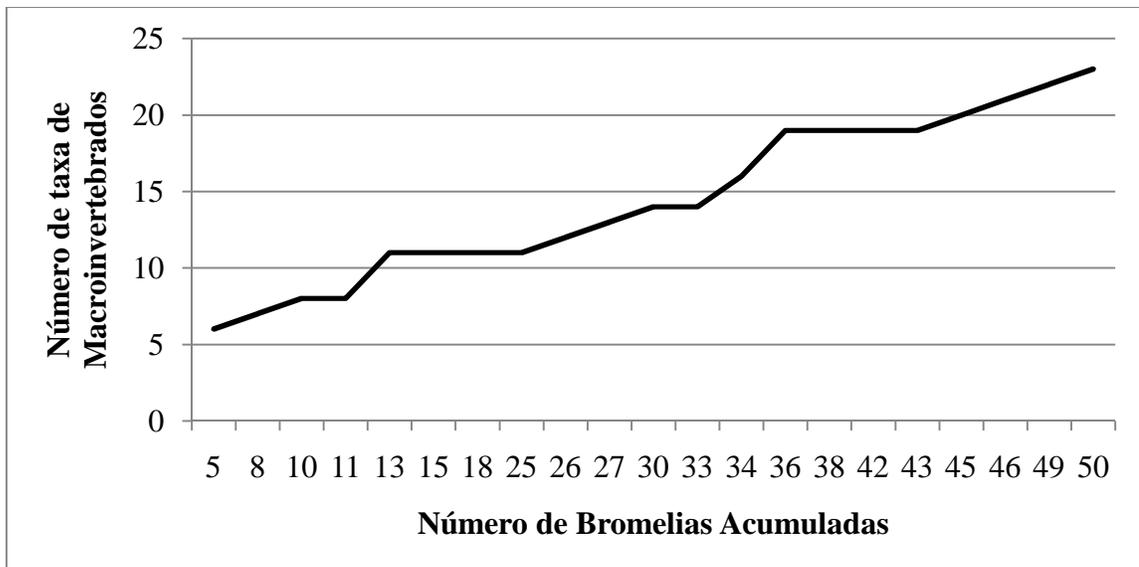


Figura 8. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados encontrados en *Catopsis sp.*, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

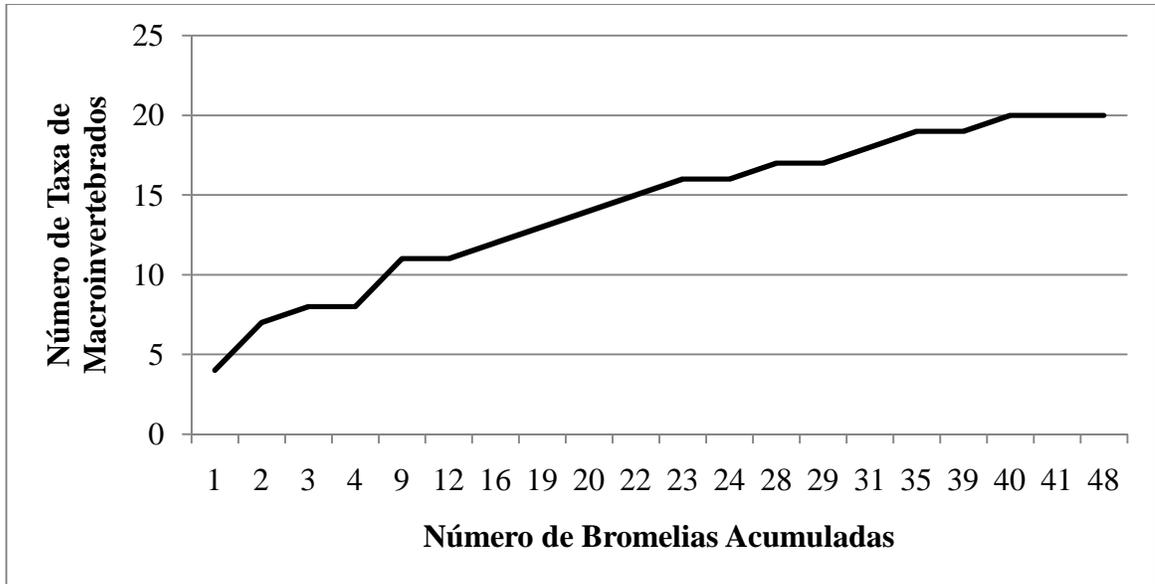


Figura 9. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Catopsis morreniana*, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

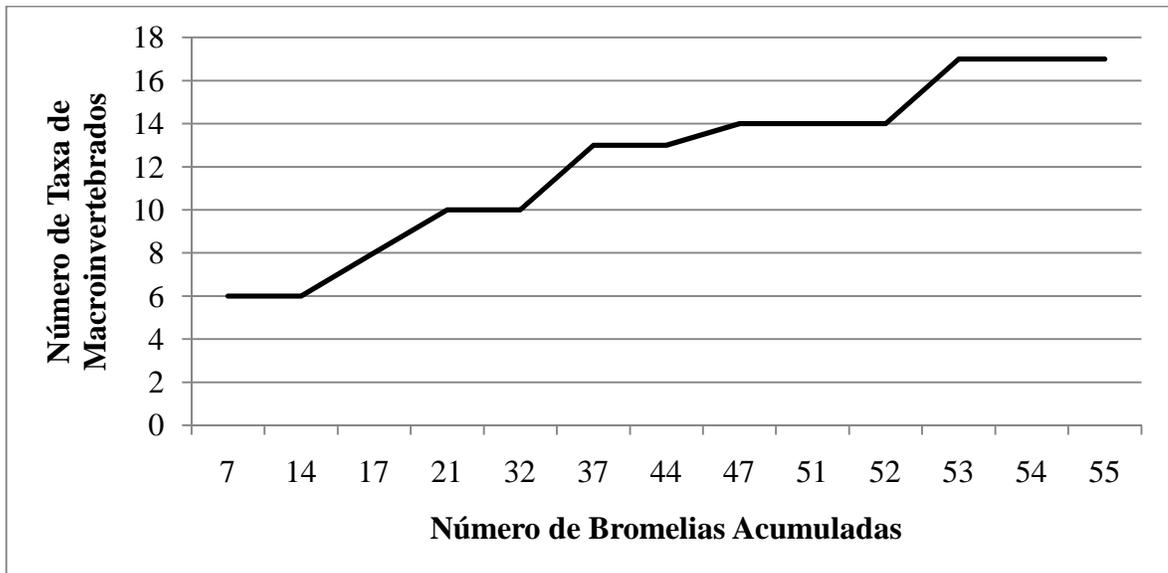


Figura 10. Curva de acumulación de taxa de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Tillandsia cryptopoda*, recolectadas, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

En cuanto a la riqueza de individuos por muestra se determino que *Catopsis morreniana* fue la que mayor número de individuos recolectados obtuvo en 20 muestras de bromelia (Figura 11) mientras que el mayor número de muestras recolectadas se encontró en *Catopsis* sp. en donde se encontró el menor número de individuos (Figura 11).

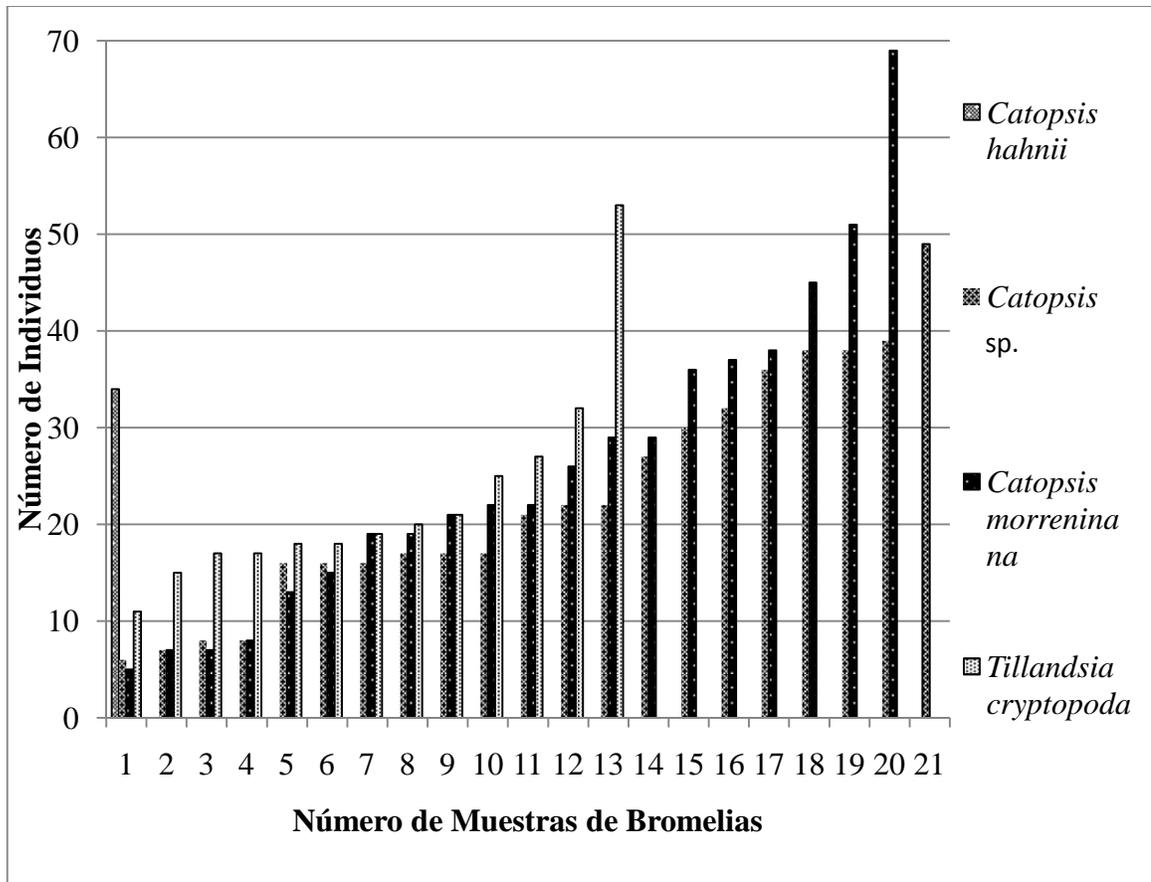


Figura 11. Abundancia de individuos de macro invertebrados acuáticos por muestras para las cuatro especies de bromelias recolectadas, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

En cuanto a la fauna de macro invertebrados acuáticos presente en los tanques de las cuatro especies de bromelias recolectadas se encontró que el orden dominante es el de los dípteros (Diptera) (Figuras 12, 13, 14 y 15). Para la especie de bromelia *Catopsis hahnii* el orden Diptera representa 65% (Figura 12) del total del número de individuos encontrados en esta especie. Órdenes como Prostigmata y Araneae se encontraron en menores cantidades (6%) y se agruparon como “Otros órdenes” (Figura 12 y Anexo 3).

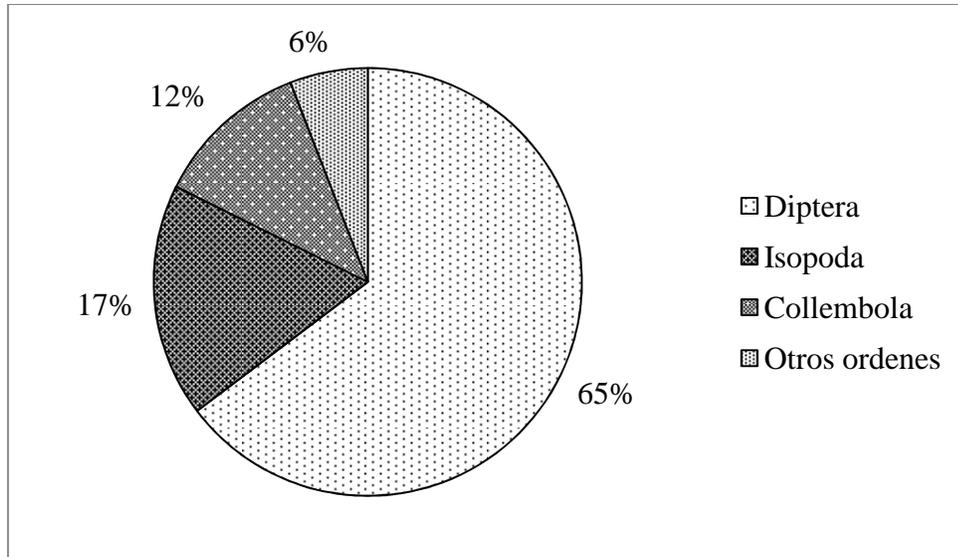


Figura 12. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Catopsis hahnii*, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010

Sesenta por ciento de los macroinvertebrados encontrados en *Catopsis* sp. fueron del Orden Diptera (Figura 13). Los órdenes Chilopoda y Orthoptera agrupados como “Otros Órdenes” presentaron un macroinvertebrado por Orden en *Catopsis* sp. (Anexo 4).

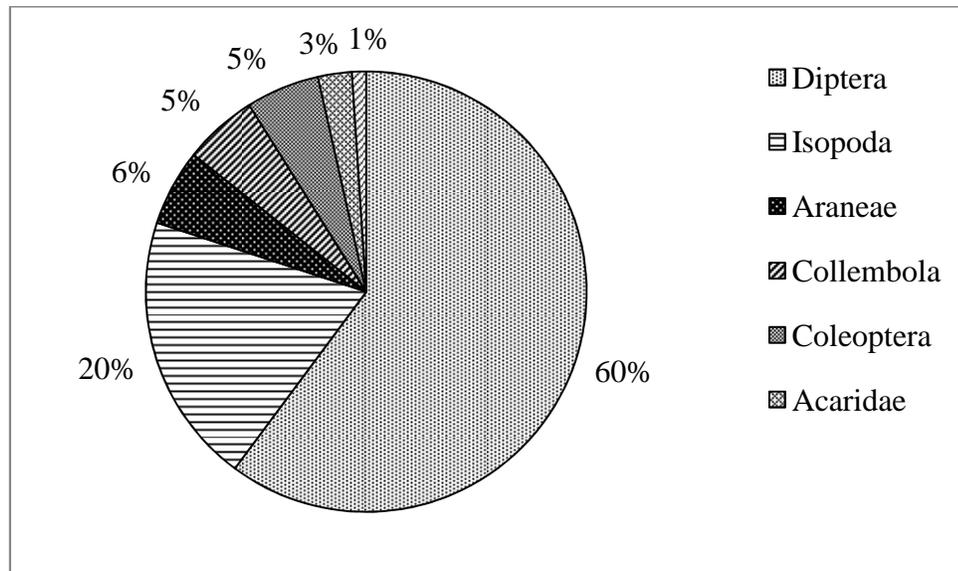


Figura 13. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Catopsis* sp., Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Cincuenta y siete por ciento de los macroinvertebrados que se encontraron en *Catopsis morreniana* fueron dípteros (Figura 14). Los Órdenes de menor dominancia como Prostigmata, que incluye a los ácaros (Anexo 5), y Araneae obtuvieron 4% (Figura 14) del total de macroinvertebrados encontrados. En *Tillandsia cryptopoda*, 65% de los

macroinvertebrados encontrados fueron del orden Diptera (Figura 15). Los órdenes Hemiptera, Basommatophora y Prostigmata estuvieron representados por un individuo cada uno se agruparon en “Otros Órdenes” (Anexo 6) con 4% del total de individuos (Figura 15).

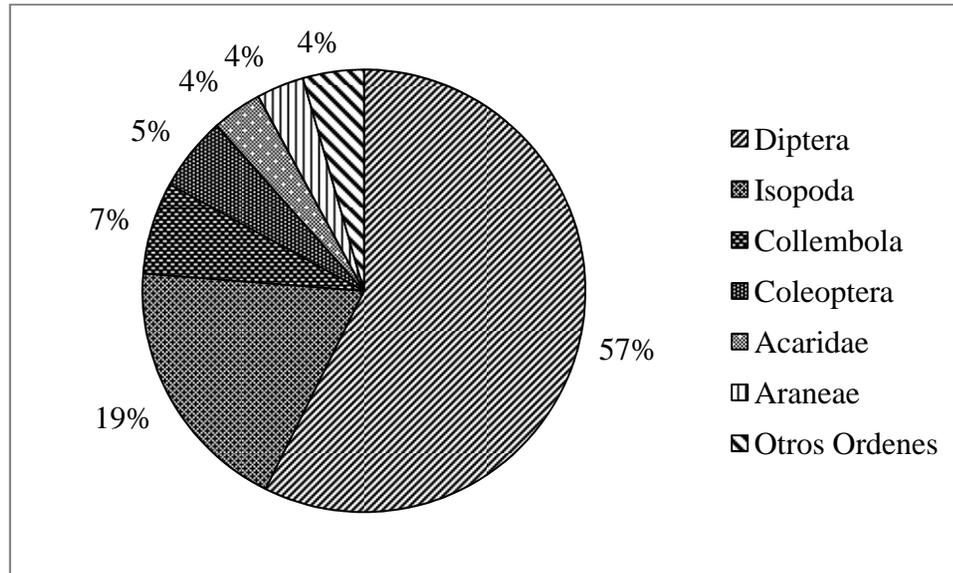


Figura 14. Porcentaje de individuos por Orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Catopsis morreniana*, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

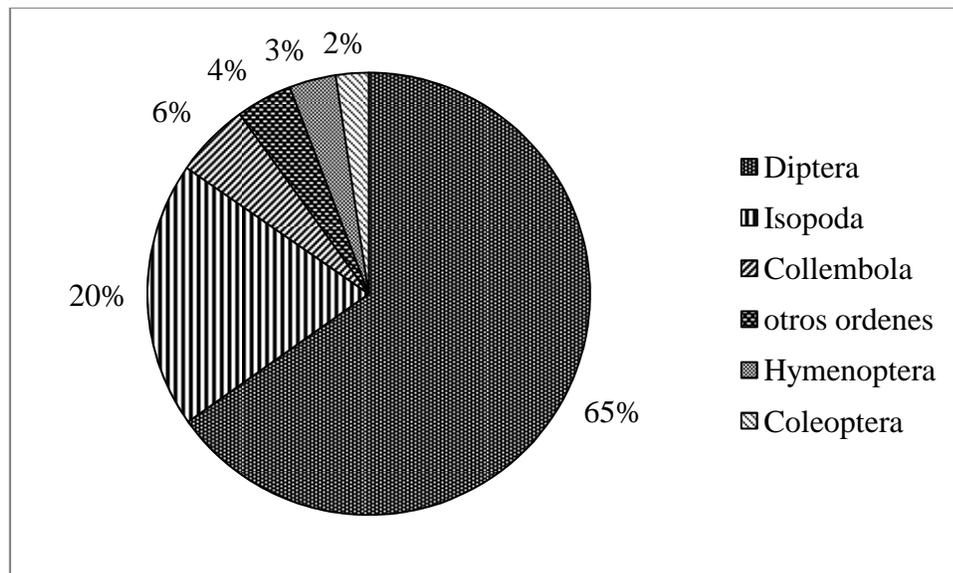


Figura 15. Porcentaje de individuos por orden de macro invertebrados acuáticos encontrados en *Tillandsia cryptopoda*, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

*Catopsis hahnii* está separada de las otras tres especies (Figura 16). En cuanto al número de taxa de macroinvertebrados encontrados *Catopsis* sp. y *Catopsis morreniana* resultaron las más silimares (Figura 16).

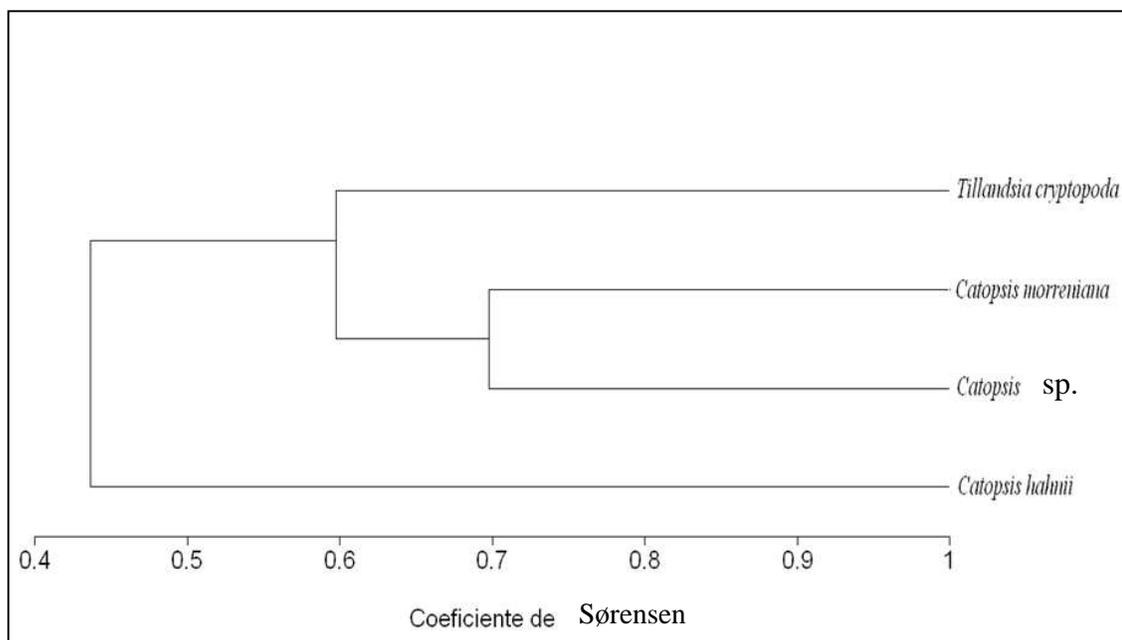


Figura 16. Separación de las cuatro especies de Bromelias basado en el coeficiente de Sørensen, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Existe una dominancia de organismos depredadores en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de las bromelias analizadas (Cuadro 9). El segundo grupo de mayor dominancia fueron los organismos fragmentadores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de taxa por grupos funcionales de alimentación de los macroinvertebrados acuáticos para las cuatro especies de bromelia (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Grupo Funcional</b>	<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>Catopsis morreniana</i>	<i>Tillandsia cryptopoda</i>	<b>Total</b>
Depredadores	2	8	6	5	21
Colectores	1	8	4	4	17
Filtradores	2	3	5	3	13
Fragmentadores	1	3	4	3	11
Depredador / Triturador		1	1		2
Depredador / Colector				1	1
Raspadores				1	1

El volumen de agua más alto encontrado fue 280 ml en la especie *Tillandsia cryptopoda* (Cuadro 10), mientras que la especie *Catopsis* sp. fue la que menor cantidad de agua contenía 3.5ml (Cuadro10). Por su parte, el volumen calculado para bromelias más alto fue 0.10 m<sup>3</sup> para la especie *Tillandsia cryptopoda* (Cuadro 11), mientras que la mayor área lateral calculada fue de 65.85 m<sup>2</sup> en la especie *Tillandsia cryptopoda* (Cuadro 11).

Cuadro 10. Volumen de agua encontrado en las cuatro especies de bromelia (Bromeliaceae), Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Volumen (ml)</b>	<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis</i> sp.	<i>Catopsis morreniana</i>	<i>Tillandsia cryptopoda</i>
<b>Máximo</b>	95	110	190	280
<b>Mínimo</b>		3.5	5	5

Cuadro 11. Volumen y área lateral, máximo y mínimo para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae), Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

		<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis</i> sp.	<i>Catopsis morreniana</i>	<i>Tillandsia cryptopoda</i>
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	Máximo	0.01	0.02	0.03	0.10
	Mínimo		0.01	0.01	0.01
<b>Área lateral (m<sup>2</sup>)</b>	Máximo	5.12	18.98	29.18	65.85
	Mínimo		0.82	2.30	0.58

*Tillandsia cryptopoda* fue la bromelia con el mayor promedio de área 244,921.95 cm<sup>2</sup> (Cuadro 12) y volumen 29,893.83 cm<sup>3</sup> calculados (Cuadro 12). Sin embargo, *Catopsis hahnii* fue la bromelia donde se obtuvo el mayor volumen de agua (95 cm<sup>3</sup>, Cuadro 12). El segundo promedio de agua encontrada en bromelia fue en *Tillandsia cryptopoda* con 73.08 cm<sup>3</sup> (Cuadro 12).

Cuadro 12. Valores promedio del volumen de agua, volumen y área de la planta calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Especie</b>	<b>Volumen de agua (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen/cono (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Área lateral (cm<sup>2</sup>)</b>
<i>Catopsis hahnii</i>	95.00	6,605.20	51,235.84
<i>Catopsis</i> sp.	54.83	6,379.56	49,758.86
<i>Catopsis morreniana</i>	53.90	9,706.76	77,706.70
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	73.08	29,893.83	244,921.95

La mayor correlación encontrada entre las bromelias basada en los promedios de volumen de agua, área y volumen calculados se obtuvo entre *Catopsis morreniana* y *Catopsis sp.* con un valor de 1.0 (Cuadro 13), las bromelias *Tillandsia cryptopoda* y *Catopsis hahnii* fueron las que presentaron la menor correlación (0.99, Cuadro 13).

Cuadro 13. Correlación lineal de Pearson entre el volumen de agua de los tanques de bromelias (Bromeliaceae), volumen y área de la planta calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

	<i>Catopsis hahnii</i>	<i>Catopsis sp.</i>	<i>Catopsis morreniana</i>	<i>Tillandsia cryptopoda</i>
<i>Catopsis hahnii</i>	<b>1</b>	0.068	0.070	<b>-0.999</b>
<i>Catopsis sp.</i>	0.068	<b>1</b>	<b>1.000</b>	-0.045
<i>Catopsis morreniana</i>	0.070	<b>1.000</b>	<b>1</b>	-0.048
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	<b>-0.999</b>	-0.045	-0.048	<b>1</b>

*Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05*

El análisis de grupos de unión simple basado en los valores promedios del volumen de agua, el área y el volumen calculados para las bromelias pone como más semejantes a *Catopsis hahnii* con *Catopsis sp.* (Figura 17). La especie *Tillandsia cryptopoda* es la única especie que se separa del resto (Figura 17).

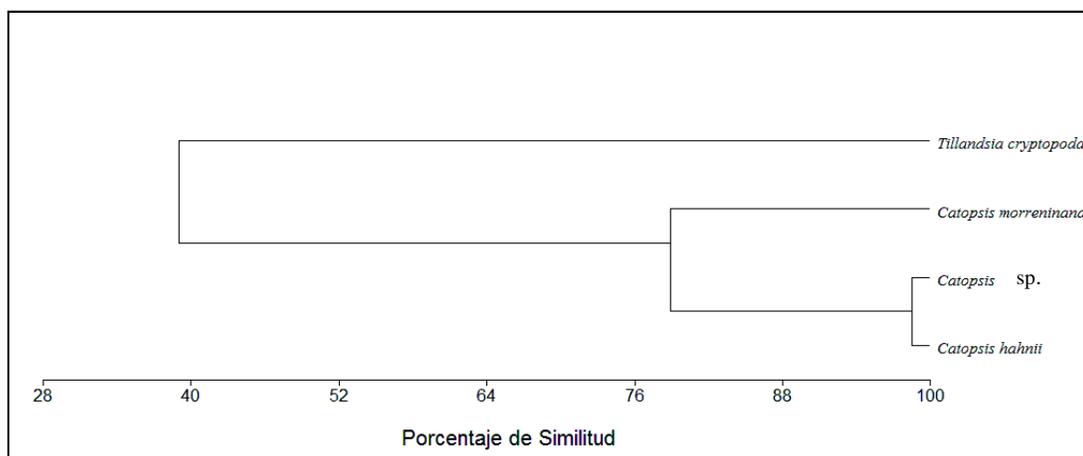


Figura 17. Separación simple por volumen de agua, volumen y área calculados para las cuatro especies de bromelias (Bromeliaceae) recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

## 5. DISCUSIÓN

Los tanques de bromelias constituyen un hábitat alternativo para organismos que son acuáticos al menos en uno de sus estados de desarrollo (Fish 1983). De aquí que es frecuente encontrar pequeñas comunidades acuáticas en los tanques, no solo de insectos sino de otros grupos (Naeem 1988). Aunque los insectos representaron la mayoría dentro de los tanques, en este estudio también se encontraron otros grupos tales como Arachnida, Chilopoda, Gastropoda y Colembola (Figura 3). Algunos miembros de estos grupos están asociados a hábitats húmedos o son dulceacuícolas (Ruppert y Barnes 1996). No obstante, hay que tomar en cuenta que las características morfométricas de las bromelias y las características fisicoquímicas del agua afectan a las comunidades asociadas al tanque (Ospina *et al.* 2004). Individuos de Diptera y Coleoptera han sido los más comunes en estudios similares realizados en un bosque de montaña en Colombia a 3,100 msnm donde se encontraron 23 morfoespecies de Arthropoda dentro de las cuales Diptera fue el más diverso con 15 morfoespecies y el más abundante (Ospina – Bautista *et al.* 2008). En el bosque de Las Pacayas localizada a 1,750 msnm, los dípteros fueron los más abundantes en general y en cada una de las especies de bromelias analizadas. En otros estudios realizados con especies de bromelias a 2,760 msnm y 3,000 msnm se encontró que Diptera y Coleoptera respectivamente fueron los más abundantes (Ospina *et al.* 2004b).

Deben existir otros factores que afecten la abundancia de estos órdenes, tales como adaptaciones morfológicas entre las que destacan los sifones y espiráculo que facilita la absorción de oxígeno del aire en los dípteros (Ospina – Bautista 2004). Se dispone de limitados estudios de este tipo para bosques de altura. Sin embargo, en un bosque de Colombia ubicado a 2,760 metros de altitud, en un estudio realizado en *Guzmania candelabrum* y *Tillandsia complanata* también se encontró que Díptera era el orden que presentaba mayores niveles de abundancia (Benavides *et al.* 1989).

El número de individuos de macroinvertebrados acuáticos en las cuatro especies de bromelia analizadas fue diferente (Figura 5). Esto puede estar relacionado con el número de plantas de bromelias estudiadas, ya que el número varío de 1 en *Catopsis hahnii* a 21 en *Catopsis* sp. (Cuadro 2). La diversidad ( $H'$ ) de macroinvertebrados acuáticos encontrados en las bromelias en el bosque de Las Pacayas es de 1.61 (Cuadro 3), que puede considerarse baja debido a que está más cercana a 1 (valor mínimo de diversidad). La diversidad de macroinvertebrados en los tanques de bromelias se ve limitada ya que de acuerdo al tamaño de los tanques varía el agua que se puede retener (Gutiérrez 1996). Por lo tanto, se condiciona el establecimiento de ciertas especies. No obstante, la riqueza de especies si es alta (Cuadro 4), la curva de acumulación de familias para el total de muestras recolectadas (Figura 6) llega a estabilizarse, esto se debe a que entre mayor es el

número de muestreos realizados, la aparición de nuevas familias tiende a decrecer y por ende la curva se estabiliza (Brower *et al.* 1997).

xLa diversidad de macroinvertebrados encontrados en cada especie de bromelia tiende a ser baja, debido a la época en la que se realizó la toma de muestras que fue de escasa lluvia, y se encontraba poca agua en los tanques lo que dificulta la colonización de algunas especies. La Dominancia de individuos en las especies de bromelias (Cuadro 1, Figura 4), se debe a la presencia de la familia Chironomidae (Diptera). Los individuos de esta familia pueden tolerar bajas de oxígeno disuelto y tienden a ser comunes (Guerrero – Bolaño *et al.* 2003). Las diferencias entre las especies de *Catopsis* probablemente se deba a que de *Catopsis hahnii* solo se recolectó una muestra; por lo tanto menor número de macroinvertebrados, mientras que *Catopsis* sp y *Catopsis morreniana*, similar número de muestras y taxa representadas (Cuadro 6 y Figura 7). Las curvas de acumulación de taxa de *Catopsis* sp (Figura 8), *Catopsis morreniana* (Figura 9) y *Tillandsia cryptopoda* (Figura 10) no llegan a estabilizarse. Se requiere de un mayor esfuerzo de muestreo para lograr conocer la fauna asociada a estas bromelias y obtener un número uniforme de muestras para cada una y así poder hacer comparaciones más certeras.

En el presente estudio se notó que los grupos de organismos depredadores fueron los que predominaron en los tanques de las bromelias (Cuadro 9) a pesar que los dípteros son más abundantes en número en las cuatro especies de bromelia recolectadas. En bromelias se han realizado muy pocos estudios acerca de los grupos funcionales de las diferentes familias macroinvertebrados (Richardson 1989 citado en 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 colectoras (consumidores primarios) y depredadoras (consumidores secundarios) (Cuadro 9).

*Tillandsia cryptopoda* (cuadro 11) presentó mayor área y volúmen. Esto se debe a que esta especie posee mayor tamaño, hojas más grandes, mayor número de hojas y consecuentemente mayor cantidad y tamaño de tanques en sus espacios. La bromelia que presentó el menor volumen de planta fue *Catopsis hahnii*, debido a ser solo un individuo recolectado y no contar con los datos para promediar. *Tillandsia cryptopoda* presentó el mayor valor promedio de temperatura (Anexo 7), de esta variación de temperatura está sujeta el número de bromelias que presentaron cantidades de agua que permitían la medición y a los cambios de temperatura en el campus debido a que la medición se realizó días después de la recolecta de muestras.

## 6. CONCLUSIONES

- La diversidad de los macroinvertebrados acuáticos está influenciada por la morfología de la bromelia, en vista de que esto afecta el micro clima y todos aquellos elementos que son importantes para las especies de macroinvertebrados, 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.
- El número de especies de macroinvertebrados detectadas por muestra dependió de factores como la cantidad de plantas recolectadas, cantidad de individuos por especies de bromelias y tamaño de la muestra que fue muy variado.
- La diversidad de taxa encontrados en el muestreo dependió de la especie de bromelia, *Catopsis* sp que presentó mayor número de taxa, la mayor abundancia de individuos encontrados se obtuvo en la especie de bromelia *Catopsis morreniana*.
- *Catopsis hanni*, presentó diferencias con relación a las otras especies de bromelias debido a que solo se colectó una muestra de ésta especie de bromelia, se reflejó esto en los análisis de agrupación Simple y Sørensen. Para obtener datos más precisos se requería una mayor cantidad de muestras de *Catopsis hanni* que se acerque al número de las demás bromelias estudiadas.
- De acuerdo al índice de Chao calculado por especie de bromelia *Catopsis hanni* y *Tillandsia cryptopoda* presentaron una perfecta proporción entre especies esperadas y detectadas, en cambio la *Catopsis morreniana* y la *Catopsis* sp. difirieron en un 10% y 36% de los valores esperados.
- El gremio alimenticio o grupo funcional dominante fueron los depredadores y colectores, por la presencia de organismos en estados larvales que sirven de alimento a los depredadores.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios de macro invertebrados enfocados a la metodología utilizada en este estudio, en otras fitotelmatas y comparar resultados de taxa encontradas en el presente estudio con bromelias.
- Realizar un estudio de macro invertebrados acuáticos en otros bosques de la región y así determinar una muestra representativa de especies de bromelias para de esta manera obtener más datos que sirvan como base para planes de manejo de la región.
- Estudiar la composición de macro invertebrados acuáticos en otras especies de bromelias del lugar y hacer las respectivas comparaciones con los resultados de este estudio.
- Incrementar el número de muestreos por especie de bromelia para obtener resultados consistentes en los diversos análisis de riqueza y hacer las comparaciones del estado de la diversidad del lugar.
- Investigar como se ve influenciada la colonización y evolución de la composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en bromelias antes, después y a lo largo de la época de lluvias para determinar los cambios que presentan estas comunidades de macroinvertebrados durante las etapas de lluvia.
- Realizar toma de muestras de bromelias en varios transeptos a lo largo de todo el bosque de altura y a diferentes especies de bromelia para obtener una muestra representativa del lugar y probablemente encontrar diferentes especies de bromelias que comparar.
- Plantear como objetivo en posteriores estudios, la determinación de calidad de agua tanto en bromelias como en otras fitotelmatas por medio de macro invertebrados acuáticos.

## 8. LITERATURA CITADA

- Acevedo, J; Valdez, I; Poggi, H. 2006. ¿Cómo medir la diversidad? (en línea) 25 p. Fuente original: Fisher, R; Corbet, A; Willians, C. 1943 The relation between number of species consultado el 15 de sep. 2010. Disponible en: [http://books.google.hn/books?id=1RECSypD1y0C&pg=PA25&dq=Indice+de+diversidad+alfa+de+Fisher&hl=es&ei=1HySTJy9CYT68AbQ1KCLBg&sa=X&oi=book\\_result&](http://books.google.hn/books?id=1RECSypD1y0C&pg=PA25&dq=Indice+de+diversidad+alfa+de+Fisher&hl=es&ei=1HySTJy9CYT68AbQ1KCLBg&sa=X&oi=book_result&)
- 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).
- Barinas, M. 2008. Caracterización de las comunidades de macro invertebrados acuáticos de la micro cuenca El Carrizal, Parque Nacional La Tigra, Honduras. Tesis de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 50 p.
- Brower, J; Zar, J; Von, E. 1997. Field and laboratory methods for general ecology. WCB/McGraw-Hill. Boston, E.E.U.U. 273 p.
- Brown, D; Maarten, K. 2000. Introducción a los bosques nublados de Latinoamérica, una síntesis regional. (En línea) 29 p. Consultado el 13 de sep. 2010 Disponible en: [http://www.proyungas.org.ar/publicaciones/pdf/INTRODUCCION\\_BOSQUES\\_NUBLADOS\\_version\\_final.pdf](http://www.proyungas.org.ar/publicaciones/pdf/INTRODUCCION_BOSQUES_NUBLADOS_version_final.pdf).
- Camargo, J. 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macro invertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. (En línea). 13 p. Consultado el 8 de sep. 2010, Disponible en: [www.revistaecosistemas.net](http://www.revistaecosistemas.net)
- Cave, R. 1998. Bromeliads in Honduras. Bromeliad society journal. 48 p.
- Cruz, A; Camargo, B. 2001. Glosario de términos en parasitología y en ciencias afines, 302 p. (en línea) Consultado el 15 de sep. 2010. Disponible en: [http://books.google.hn/books?id=XGvE8H0USA4C&pg=PA302&dq=%C3%8Dndice+de+dominancia+de+BergerParker&hl=es&ei=LYKSTKaAMsH78Aaf8KS4BQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDAQ](http://books.google.hn/books?id=XGvE8H0USA4C&pg=PA302&dq=%C3%8Dndice+de+dominancia+de+BergerParker&hl=es&ei=LYKSTKaAMsH78Aaf8KS4BQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDAQ).
- Devisscher, T. 2004. Diseño y caracterización de un corredor biológico entre los bosques nublados de Uyuca y el Volcán. . Tesis de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 102 p.

Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao, Universidad Autónoma de Puebla, México, 53-56 p. (En línea) consultado el 15 de sep. 2010. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/294/29405209.pdf>.

Fish, D. 1983. Phytotelmata: Flora and Fauna. En: J.H. Frank y L.P. Lounibos Eds. Phytotelmata: Terrestrial Plants as Hosts for Aquatic Insect Communities. New Jersey., US. Plexus Publishing, Inc. p. 1-27.

Gilmartin, A. 1965. Las Bromeliáceas de Honduras. Ceiba, Hn. 81 p.

González, M; García, D. 1995. Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. España. 319 p.

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

Gutiérrez, J. 1996. Algunos aspectos de la ecología de los insectos asociados a las inflorescencias de *Heliconia stricta*. Tesis para obtener el título de bachillerato en Biología. Bogotá, Colombia. 60 p.

Hauer, F; Lamberte, G. 1996. Stream Ecology. San Diego, California, US. Academic Press, Inc. 674 p.

Hauer, F; Resh, V. 1996. Benthic Macroinvertebrates In Stream Ecology. Academic Press, Inc. San Diego, California. 339-369 p.

Hawkins, T. 1993. Informe del primer viaje al Parque Nacional de Azul Meambar, serie miscelánea de CONSEFHOR 25-7/93 18p.

Henderson, P. 2003. Practical Methods In Ecology. 120 p. (en línea) consultado el 14 de sep. 2010. Disponible en: [http://books.google.hn/books?id=SnDaYgJfJWgC&pg=PT129&dq=chao+index&hl=es&ei=T8KPTIn3IoK88gbIxfWJDg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=4&ved=0C](http://books.google.hn/books?id=SnDaYgJfJWgC&pg=PT129&dq=chao+index&hl=es&ei=T8KPTIn3IoK88gbIxfWJDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0C)

IEA-SERNA (secretaría de recursos naturales y ambiente). 2003 Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Honduras. 51 46 p. (en línea) consultado el 14 de sep. 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/j0607s/j0607s03.htm>

Kitching, RL. 1999. Food webs and container habitats: The natural history and ecology of phytotelmata. Cambridge University Press. 431 p.

Kotinoussa, A. 1998. Materiales y Métodos, (en línea) 11 p. Consultado el 14 de sep. 2010. Disponible en: [http://kotinoussa.com/pinsapar/04\\_Material%20y%20metodos.pdf](http://kotinoussa.com/pinsapar/04_Material%20y%20metodos.pdf)

Lampert, W; Sommer, U. 2007. Limnoecology: The ecology of lakes and streams. 2 ed. Oxford University Street. Nueva York. 324 p.

Liria, J. 2007. Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. vol.14, no.1, 33-38 p.

Louton, J; Gelhaus, J; Bouchard R. 1996. The aquatic macrofauna of water – filled bamboo (Poaceae: Bambusoideae: *Guadua*) internodes in a Peruvian lowland tropical forest. Biotropica, 28: 228-242 p.

Martins, A; Valdecir, J. 2008 Culicoides con entrenudos de bambú y bromelias, con énfasis en *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) en el Bosque Atlántico, Paraná, Brasil. 63 p. (en línea) consultado el 15 de sep. 2010. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0073-47212004000100011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0073-47212004000100011&script=sci_arttext).

May, R. 1999. Brácteas de *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) como hábitats acuáticos para insectos y renacuajos. Beca Post – curso. Mimeografiado OET. 8 p.

Merritt, R; Cummins, K. 2007. An introduction to the aquatic insects of North America. 2 ed. Department of Entomology Michigan State University. Iowa., US. Kendall/Hunt Publishing Company. 722 p.

Molina, RA. 1975. Enumeración de las plantas de Honduras. Ceiba (Hond.) 118 p.

Naeem, S. 1990. Predator – prey interactions and community structure: Chironomids, mosquitos and copepods in *Heliconia imbricata* (Musaceae). Oecologia 202-209 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.

Entomol. vol.34 no.2 Bogotá. 224-229 p. (en línea). Consultado el 8 de sep. 2010. Disponible en línea: [http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-04882008000200016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?pid=S0120-04882008000200016&script=sci_arttext)

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), Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México, 153-166 p. Consultado el 14 de sep. 2010. Disponible en línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57520113.pdf>

Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza, Interciencia. vol.31. Caracas, Venezuela, 583-590 p. (en línea). Consultado el 14 de sep. 2010, disponible en línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/339/33911906.pdf>

Pedroza, H; Dicoyskiy L. 2006. Sistema de análisis estadístico con SPSS. Fuente Original: Visauta, V. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows, escuela superior de administración y dirección de empresa. Mc Graw Hill/Interamericana de

España, S.A.U. 167-212 p. Consultado el 15 de oct. 2010. Disponible en:  
[http://books.google.hn/books?id=sE0qAAAAYAAJ&pg=PP119&dq=análisis+cluster&hl=es&ei=EcG4TKiSLoH\\_8AaV0MyoDg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0](http://books.google.hn/books?id=sE0qAAAAYAAJ&pg=PP119&dq=análisis+cluster&hl=es&ei=EcG4TKiSLoH_8AaV0MyoDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0)

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

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

Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 529 p.

Srivastava, D. 1998. The miniature world of bromeliads: linking insect diversity, functional groups and habitat size. University Blvd. Vancouver. 6 p.

Stevens, W; Ulloa, C; Pool, A; Monthiel, O; 2001. Flora de Nicaragua: Introducción Gimnospermas y Angiospermas. 460 p.

Takhtajan, A. 2008. Flowering plants, 700-701 p. (en línea) consultado el 13 de sep. 2010. Disponible en: ([http://books.google.hn/books?id=oumyfO-NHuUC&pg=PA702&dq=Pitcairnioideae&hl=es&ei=9cWOTLPyJILGlQeF0vDJAg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6&ved=0CEAQ6AEwBQ#v=onepage&q=Pitcairnioideae&f=false](http://books.google.hn/books?id=oumyfO-NHuUC&pg=PA702&dq=Pitcairnioideae&hl=es&ei=9cWOTLPyJILGlQeF0vDJAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CEAQ6AEwBQ#v=onepage&q=Pitcairnioideae&f=false))

Zavala, S. 2002. Inventario de bromelias epifitas del bosque nebuloso de la montaña el volcán, El Paraíso, Honduras. Tesis de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 52 p.

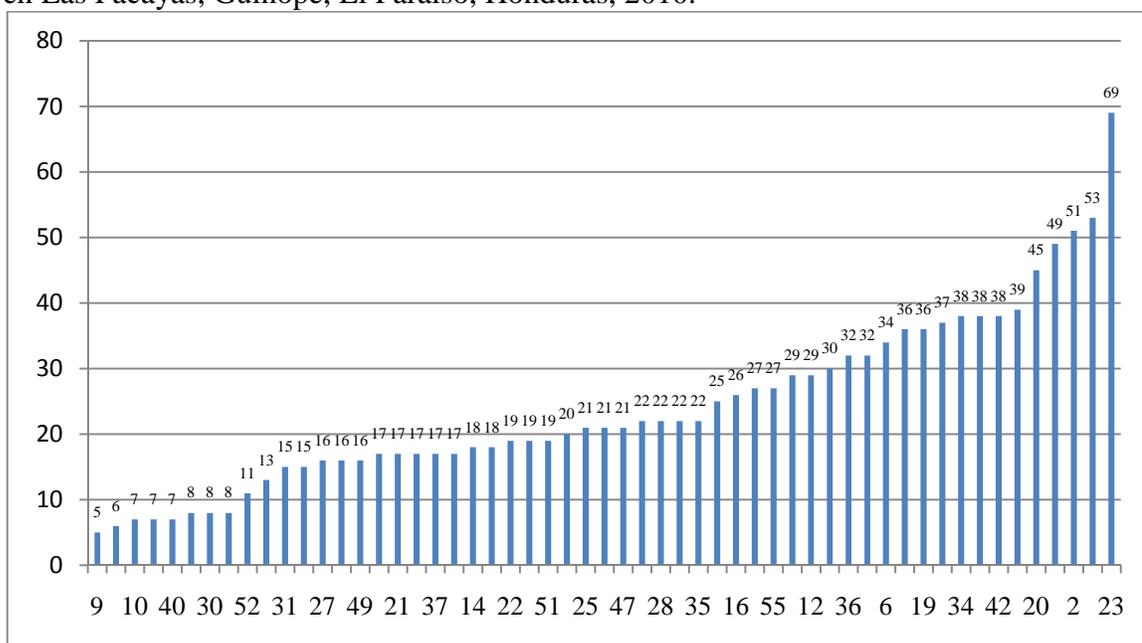
Zar, JH. 1996. Biostatistical analysis. 3 ed. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, US. 662 p.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Distribución taxonómica de macro invertebrados encontrados en las especies de bromelia, Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

Referencia	Número
Número de Especie de Bromelia	4
Phylum	2
Clases	7
Ordenes	14
Familia	32
Número de muestras	55
Número de individuos	1327

Anexo 2. Total de individuos de macro invertebrados acuáticos por muestra recolectados en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.



Anexo 3. Macro invertebrados acuáticos encontrados en la especie de bromelia *Catopsis hahnii* recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Número de individuos</b>	<b>Número de individuos</b>
Diptera	Chironomidae	21	21
	Stratiomyidae	1	1
Isopoda		6	6
Prostigmata		4	1
Araneae	Pisauridae	1	1
Collembola		1	4
Total		34	34

Anexo 4. Agrupación y número de macro invertebrados para la especie de bromelia *Catopsis* sp. Recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>N. Individuos</b>	
Prostigmata		12	
Araneae		27	
Chilopoda	Scutigermorpha	1	
Isopoda		96	
Collembola sp		26	
Coleoptera		3	
	Elmidae	1	
	Tenebrionidae	1	
	Gyrinidae	7	
	Staphylinidae	2	
	Scirtidae	11	
	Hydrophilidae	1	
	Diptera		1
		Chironomidae	265
		Stratiomyidae	3
Psychodidae		1	
Muscidae		1	
Ephydriidae		12	
Psychodidae		3	
Tipulidae		3	
Tabanidae		1	
Hymenoptera			3
Orthoptera	Gryllidae	1	
	TOTAL	482	

Anexo 5. Agrupación y número de individuos para la especie de bromelia *Catopsis morreniana* recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>N. Individuos</b>
Acaridae		19
Araneae		18
Symphyla		1
Chilopoda	Scutigermorpha	5
Isopoda		98
Collembola sp		35
Coleoptera		2
	Curculionidae	1
	Gyrinidae	11
	Staphylinidae	2
	Scirtidae	9
	Hydrophilidae	3
Diptera	Chironomidae	279
	Stratiomyidae	3
	Ephydriidae	12
	Dolichopodidae	1
	Tipulidae	2
Hymenoptera		7
Lepidoptera	Megalopygidae	1
Thysanoptera		9
	Total	518

Anexo 6. Agrupación y número de individuos para la especie de bromelia *Tillandsia cryptopoda* recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>N. Individuos</b>
Acaridae		1
Araneae		5
Isopoda		57
Collembola sp		16
Coleoptera	Gyrinidae	4
	Staphylinidae	1
	Cryselidae	1
	Hydrophilidae	1
Diptera	Chironomidae	176
		1
	Psychodidae	1
	Ephydriidae	12
	Tabanidae	1
Hemiptera	Coreidae	1
Hymenoptera		10
Thysanoptera		4
Basommatophora	Planorbidae	1
	<b>TOTAL</b>	<b>293</b>

Anexo 7. Valores promedio de temperatura, pH, conductividad y turbidez para las cuatro especies de bromelia recolectadas en Las Pacayas, Güinope, El Paraíso, Honduras, 2010.

<b>Bromelia</b>	<b>Temperatura</b>	<b>pH</b>	<b>Conductividad</b>	<b>Turbidez</b>
<i>Catopsis hahnii</i>	0	0	0	0
<i>Catopsis</i> sp.	23.07	4.89	0.13	20.86
<i>Catopsis morreniana</i>	23.00	5.11	0.08	21.00
<i>Tillandsia cryptopoda</i>	23.17	4.90	0.11	21.00