

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES**



**DIVERSIDAD DE MACROARTRÓPODOS ASOCIADOS  
A TRES ESPECIES DE *TILLANDSIA* (BROMELIACEAE)  
EN TLALNELHUAYOCAN, VERACRUZ**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ECOLOGÍA TROPICAL**

**PRESENTA**

**VALERIA GUZMÁN-JACOB**

**Comité tutorial:**

**Dr. Thorsten Krömer**

**Dr. José Guadalupe García-Franco**

**Dr. Juan Carlos López-Acosta**

**Xalapa, Ver.**

**Diciembre 2013**

# CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>11</b>
2.1 El bosque mesófilo de montaña	11
2.2 Epífitas	11
2.3 Bromeliaceae	13
2.4 Morfología de las Bromeliaceae	14
2.5 Artrópodos	15
2.6 Bromeliaceae y su relación con los artrópodos	17
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
<b>4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>23</b>
5.1 Objetivo general	23
5.2 Objetivos específicos e hipótesis	24
5.2.1 Objetivo específico primero	24
5.2.2 Objetivo específico segundo	24
5.2.3 Objetivo específico tercero	24
<b>6. MÉTODOS</b>	<b>24</b>
6.1 Área de estudio	24
6.2 Vegetación en general	25
6.2.1 El fragmento de bosque mesófilo de montaña	26
6.2.2 El acahual	27
6.3 Especies de <i>Tillandsia</i> seleccionadas para el estudio	27
6.4 Método de colecta	28

6.5	Método de laboratorio	29
6.6	Identificación taxonómica de los macroartrópodos	30
6.7	Asignación de gremio alimenticio	31
6.8	Descripción de datos y análisis estadístico	31
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
7.1	Número total de individuos	33
7.2	Riqueza de morfoespecies por temporada de colecta	36
7.3	Número de individuos colectados en estadio adulto y larvario	36
7.4	Composición de macroartrópodos	44
7.5	Especies compartidas	45
7.6	Composición a nivel de orden	46
7.7	Abundancia de individuos en las familias colectadas	50
7.8	Riqueza de morfoespecies por familia	51
7.9	Gremios alimenticios	54
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Mapa de la localidad de Los Capulines	25
<b>Figura 2</b>	Esquema de las zonas de Johansson	29
<b>Figura 3</b>	Número de individuos colectados en estado adulto durante las temporadas 2010 y 2012 en ambos ambientes y especies de bromeliáceas	36
<b>Figura 4</b>	Número de individuos colectados en estado larvario y adulto durante la temporada cálida-húmeda del 2010 y en cada una de las temporadas del año 2012, en los ambientes y especies de bromelias	36
<b>Figura 5</b>	Número de morfoespecies de macroartrópodos registrados	38
<b>Figura 6</b>	Gráfico y análisis de varianza de individuos adultos año 2010	39
<b>Figura 7</b>	Gráfico y análisis de varianza de individuos en estado larvario año 2010	40
<b>Figura 8</b>	Gráfico y análisis de varianza multifactorial a partir del número de individuos adultos colectados en el 2012	41
<b>Figura 9</b>	Gráfico y análisis de varianza multifactorial a partir del número de individuos inmaduros colectados en el 2012	42
<b>Figura 10</b>	Análisis de varianza con individuos adultos para las temporadas cálida-húmeda de los años 2010 y 2012.	43
<b>Figura 11</b>	Gráfico y análisis de varianza con individuos inmaduros para las temporadas cálida-húmeda de los años 2010 y 2012	44
<b>Figura 12</b>	Análisis Cluster para las colectas del año 2012	45
<b>Figura 13</b>	Número de individuos por orden registradas para <i>T. butzii</i>	47
<b>Figura 14</b>	Número de individuos por orden registradas para <i>T. kirchhoffiana</i>	49
<b>Figura 15</b>	Número de individuos por orden registradas para <i>T. multicaulis</i>	50
<b>Figura 16</b>	Número de morfoespecies por familia	52

<b>Figura 17</b>	Curvas de rango abundancia sobre el número de individuos por gremio presente en las tres especies de <i>Tillandsia</i>	55
------------------	--	----

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Características morfológicas de <i>Tillandsia butzii</i> , <i>T. kirchhoffiana</i> y <i>T. multicaulis</i> .	28
<b>Cuadro 2</b>	Variables morfométricas de las tres especies de <i>Tillandsia</i>	30
<b>Cuadro 3</b>	Abundancia de artrópodos con promedios y desviación estándar para el año 2010	34
<b>Cuadro 4</b>	Abundancia total de artrópodos y desviación estándar por planta en las tres especies de <i>Tillandsia</i> colectadas durante la temporada cálida-húmeda y cálida-seca del año 2012.	34
<b>Cuadro 5</b>	Número de individuos y morfoespecies por temporada y ambiente	35
<b>Cuadro 6</b>	Especies compartidas entre temporadas del año 2012	46
<b>Cuadro 7</b>	Estatus y gremios alimenticios de los artrópodos colectados durante el estudio	54
<b>Cuadro 8</b>	Gremio más abundante por especie de bromelia y modelo al que ajusta la curva de rango abundancia	55

## 11 ANEXOS

ANEXO 1	Familias con mayor número de individuos registrados para cada una de las colectas.	71
ANEXO 2	Listado de las familias y morfoespecies encontradas por especie de <i>Tillandsia</i> en total durante las colectas realizadas.	72
ANEXO 3	Fotografías de las principales familias registradas	77

## RESUMEN

En diferentes estudios se ha señalado la importancia de las bromelias como amplificadores de la biodiversidad, debido a las interacciones que establecen con los invertebrados. Sin embargo son pocos los estudios en Veracruz que documenten la asociación que hay entre los macroartrópodos y las bromelias durante distintas temporadas estacionales, diferentes ambientes y especies de bromelia con morfologías diferentes. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la diversidad, composición y variación estacional de la fauna artrópoda en tres especies de bromeliáceas: *Tillandsia butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, contrastando dos ambientes (un acahual y un bosque conservado) en dos temporadas (cálida-húmeda y cálida-seca) y años diferentes (2010 y 2012). El presente trabajo se llevó a cabo en el municipio de Tlalnelhuayocan, región central de Veracruz, dentro de un fragmento de bosque mesófilo de montaña y un fragmento de acahual viejo entre los 1,600-1,700 m de altitud. Las colectas se realizaron en el dosel en cuatro (2010) y tres (2012) árboles por sitio. Se colectaron cuatro individuos por especie de *Tillandsia* en cada árbol por temporada. Cada planta fue embolsada y trasladada al laboratorio donde se extrajeron los macroartrópodos. En total se encontraron 2,618 individuos de macroartrópodos distribuidos en 28 órdenes, 88 familias y 117 morfoespecies. Se obtuvo una mayor riqueza y abundancia en la especie con el tanque más grande, *T. multicaulis* seguida por *T. kirchhoffiana* y *T. butzii*. La riqueza de morfoespecies no presentó un patrón claro de variación estacional, sin embargo, entre las especies de *Tillandsia* hubo especificidad (morfoespecies únicas) para las dos temporadas de colecta. En cuanto a la abundancia de macroartrópodos no hubo diferencias entre el acahual y el bosque, pero si entre las temporadas. La mayor riqueza de morfoespecies se encontró durante la temporada cálida-seca en el bosque conservado y asociada a *T. multicaulis*. Este trabajo presenta evidencia de la riqueza y abundancia de macroartrópodos que se albergan dentro de *T. butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, por lo que estas especies pueden considerarse en futuros estudios sobre la diversidad de macroartrópodos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las plantas epífitas vasculares son aquellas que pasan al menos una fase de su ciclo de vida creciendo sobre otra planta, usualmente sobre árboles (Benzing, 1990). Este gremio incluye una gran parte de las especies de orquídeas, aráceas, bromelias, peperomias y helechos, entre otras, y constituye alrededor del 9% de la flora vascular del mundo (Zotz, 2013), distribuidas en al menos 84 familias de plantas vasculares.

Además de ser un componente importante de los bosques húmedos tropicales, por su contribución a la riqueza de especies (Gentry y Dodson, 1987; Krömer et al., 2005), las epífitas juegan un importante papel ecológico puesto que mantienen una variada interacción con la fauna del dosel (Benzing, 1990), además de cumplir un importante rol en los ciclos de agua y nutrientes (Zotz y Andrade, 2002).

En un inventario preliminar Aguirre-León (1992) compiló un listado de 1,207 especies de epífitas vasculares en México, posteriormente Wolf y Flamenco (2003) registraron 1,173 especies sólo para el estado de Chiapas, estimando un total de 1,377 para esta entidad. Para el centro del estado de Veracruz se reportaron al menos 604 especies (Flores-Palacios *et al.*, 2011), mientras que en Hidalgo se han registrado solo 163 especies (Ceja-Romero *et al.*, 2008), lo que confirma el carácter tropical de las epífitas y su disminución en riqueza de especies hacia las zonas templadas (Gentry y Dodson 1987; Zotz 2005).

Dentro de este gremio la familia Bromeliaceae presenta diferentes morfologías, las cuales le hacen posible la vida sobre sustratos arbóreos, rocosos y/o terrestres. Según Granados (2005) y Espejo-Serna *et al.* (2005), las especies de bromeliáceas del género *Tillandsia* pueden agruparse en cinco tipos según su morfología:

1. Tipo tanque abierto, corresponde a las especies de hojas anchas y tallo corto, capaces de almacenar agua y materia orgánica, por ejemplo *T. multicaulis* Steud. o *T. imperialis* E. Morren ex Roetzl, entre otras.

2. Tipo tanque de almacenamiento moderado, está integrado por especies de hojas rígidas y estrechas que acumulan escasas cantidades de agua como *T. fasciculata* Sw o *T. kirchhoffiana* Wittm.
3. Tipo escoba de no almacenamiento, las hojas de estas plantas son muy delgadas y lisas, casi incapaces de retener agua como en el caso de *T. juncea* (Ruiz & Pav.) Poir.
4. Tipo atmosférico (“tillandsias grises”), comprende las plantas pequeñas cuyas hojas están densamente cubiertas de tricomas, como *T. usneoides* L.
5. Tipo bulboso mirmecofítico, la palabra alude a la presencia de hormigas en los pseudobulbos de plantas como *T. butzii* Mez.

Las epífitas juegan un papel muy importante para las comunidades de artrópodos ya que, al estratificarse verticalmente a lo largo del forófito (Krömer *et al.*, 2007), estas plantas ofrecen una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos, fungiendo así, como importantes refugios de la biodiversidad (Zotz y Thomas, 1999; Stuntz *et al.*, 2002; Frank y Sreenivasan, 2004; Ceja *et al.*, 2008). Esta estratificación vertical es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado (Nieder *et al.*, 2001; Shaw, 2004; Krömer *et al.*, 2007; Martínez-Meléndez *et al.*, 2008).

Dentro de la fauna que se puede encontrar en las bromeliáceas, los artrópodos son un elemento muy importante en el interior de sus tanques, ya que al morir aportan nutrientes que la planta aprovecha para su desarrollo (Benzing, 2000). Estos nutrientes se acumulan dentro de las rosetas de las bromeliáceas para posteriormente ser absorbidos por un tipo de tricomas peltados particulares de la subfamilia Tillandsioideae, conocidos como escamas, que se encuentran presentes en las estructuras vegetativas y florales (Benzing, 1987). En las especies atmosféricas, estos tricomas se especializan en la captura y conducción de la humedad ambiental (proveniente de la neblina, agua de rocío, etc.) hacia el parénquima (Benzing, 1987).

En los bosques naturales la presencia, morfología y fisiología de las epífitas tiene un importante papel en la regulación del microambiente del dosel, evitando cambios bruscos

en la temperatura y la humedad (Schulze *et al.*, 2005). Esta homogeneidad ambiental aunada a la complejidad estructural del dosel ha sido determinante para que los artrópodos pudieran alcanzar la copa de los árboles y hayan podido diversificarse en al menos 10 millones de especies (Suntz, 2001). Por esta razón las epífitas constituyen microhábitats clave para fauna diversa: además diferentes especies de epífitas dentro del bosque presentan taxonómica y ecológicamente distintos ensambles con los artrópodos (Stuntz, 2001; Stuntz *et al.*, 2002).

La artropofauna asociada a epífitas está conformada por grupos muy variados (Benzing, 1990), los cuales presentan distintas relaciones con la bromelia. De acuerdo con Frank y Lounibos (2008), la fauna puede aprovechar a las bromeliáceas fitotelmatas de cuatro posibles formas:

- I. Como un acuario para los insectos que tienen estadios larvarios acuáticos, y así completar su desarrollo hasta el estado adulto.
- II. Como terrario para aquellos artrópodos que viven en el sustrato que se acumula en las axilas de sus hojas.
- III. Como refugio, para esconderse de sus depredadores, poner sus huevos, mudar o proveerse de humedad y, por consiguiente, como lugar para que algunos depredadores consigan alimento.
- IV. Muchos artrópodos terrestres la utilizan como fuente de alimento directamente, es decir se alimentan de alguna parte de la planta.

En su mayoría, los artrópodos asociados a plantas epífitas, son organismos detritívoros (Acaridae, Isopoda, Collembola e Isoptera) que se alimentan de la materia orgánica acumulada, los depredadores de los detritívoros (Scorpionida, Dermaptera, Hymenoptera) e insectos acuáticos que consumen los detritos suspendidos en agua o que son depredadores como náyades de odonatos (Dejean *et al.*, 1995).

En cuanto a la diversidad de artrópodos en estas plantas, la hipótesis de la diversidad de recursos (Lawton, 1983), predice que las plantas con una mayor pluralidad de variables estructurales o tipos de recursos, apoyan a una mayor diversidad y abundancia en la fauna

artrópoda. De acuerdo a esto se tiene en cuenta que, tanto la diversidad de arquitecturas presentes en las bromelias, como algunos otros parámetros estructurales del medio ambiente, como la altura máxima del dosel, la cobertura de las copas, el diámetro a la altura del pecho, entre otras, juegan un papel importante en la determinación de la diversidad y abundancia de los artrópodos relacionados con éstas plantas (Pianka, 1967; Lawton, 1983; Gunnarson, 1990).

Otro factor importante para las comunidades de artrópodos es el cambio en las temporadas del año, por ejemplo, el impacto que tiene la lluvia sobre los artrópodos puede ser tan fuerte que al golpearlo pueda matarlo, o por el contrario, la carencia de lluvia puede causar desecación y hasta la muerte (Speight *et al.*, 1999).

Los efectos de la variabilidad estacional sobre los insectos son muy complejos y no siempre son fáciles de explicar (Speight *et al.*, 1999), ya que algunos grupos pueden ser más abundantes en la temporada de lluvias, mientras que otros proliferen mejor durante la temporada de secas.

Las lluvias estacionales influyen en la medida y la forma en que las plantas hospederas conservan el agua, crecen y suministren alimento. El agua es en sí un elemento vital para distintos órdenes de insectos, ya que en las etapas inmaduras de muchas especies los cuerpos de agua son fundamentales para su desarrollo.

Debido a los cambios estacionales muchos artrópodos buscan refugiarse en las bromelias epífitas tipo tanque en donde se forman cuerpos de agua, permanentes o temporales, donde pueden estar protegidos del sol y de los cambios medioambientales (Murillo *et al.*, 1983; Romero y Vasconcelos-Neto, 2005). Así mismo, puede ocurrir que durante una temporada de secas, las bromeliáceas epífitas, al ser capaces de retener humedad entre sus hojas, representen uno de los lugares más húmedos del bosque, en tanto que durante la temporada de lluvias estas plantas podrían recibir una cantidad de agua mayor a su capacidad y por lo tanto podrían llegar a constituir un punto de derrame de agua, ocasionando una disminución de insectos (Murillo *et al.*, 1983).

El presente trabajo aborda el papel que desempeñan tres especies de bromeliáceas como refugio para la fauna de macroartrópodos del dosel en un fragmento de bosque mesófilo de montaña y un acahual. A continuación se desarrollan los principales temas que conforman la investigación.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 El bosque mesófilo de montaña

El bosque mesófilo de montaña ocupa menos del 0.8% del territorio nacional (8,809 km<sup>2</sup>; serie III de INEGI 2005), pero alberga el 10% de todas las especies vegetales estimadas para México, por lo tanto es el tipo de vegetación más diverso por unidad de área (Rzedowski, 1991, 1996). En Veracruz se encuentra altamente fragmentado con una fuerte presión por el cambio de uso de suelo (CONABIO 2010), así que los remanentes del bosque mesófilo se encuentran inmersos en un paisaje donde predominan acahuales, potreros y plantaciones de café bajo sombra (Williams-Linera, 2007).

Aunque el clima del bosque mesófilo está definido como “templado-húmedo” con lluvias durante todo el año, en la región central de Veracruz se pueden distinguir tres estaciones (Williams-Linera, 2007): en la primera estación (húmeda y fría), de noviembre a marzo, se presentan los “nortes”; en la estación cálida-seca, durante abril y mayo, se presentan las temperaturas máximas más altas, la menor precipitación, la menor cobertura de nubes y mayor radiación; Y durante la estación cálida-húmeda, entre junio y octubre, ocurre la mayor precipitación presentándose en los meses de julio y septiembre las lluvias más abundantes.

La precipitación anual varía entre los 1,500-2,000 mm y la temperatura media anual está alrededor de 18°C (Williams-Linera, 2007). En este bosque, la forma biológica más diversa son las plantas epífitas, que representan el 32% de las especies vegetales (Williams-Linera, 2007). Se calcula que alrededor de 2,500 a 3,000 especies de plantas vasculares habitan exclusiva y preferentemente en estos bosques (Rzedowski, 1996).

## 2.2 Epífitas

Las epífitas son todas aquellas plantas que, sin raíces en el suelo, sobreviven de los nutrientes y el agua que obtienen dentro del dosel de los árboles. A diferencia de las plantas parásitas no afectan al hospedero, ya que éstas obtienen su propio alimento mediante el proceso de fotosíntesis (Hietz y Hietz-Seifert, 1994). También son conocidas como “parásitas estructurales” ya que el exceso de epífitas causa sobrepeso en las ramas del hospedero, llegando a romperlas (Benzing, 1990). No obstante contribuyen enormemente a la liberación de nutrientes y agua que paulatinamente son liberados al sistema mediante escurrimientos o cuando los grupos de epífitas caen al suelo.

Las definiciones más comunes, dadas por autores como Benzing (1990), Nadkarni (1994) o por Zotz y Thomas (1999), en las que se considera la dependencia que tienen las plantas epífitas de los forófitos sobre los que crecen, son: 1) Epífitas obligadas, también conocidas como holoepífitas o epífitas verdaderas que son aquellas especies que pasan su ciclo de vida completo sin estar en contacto con el suelo, por lo que representan un grupo de plantas sensibles a cambios microclimáticos. 2) Epífitas accidentales, aquellas especies en las cuales más del 95% de sus individuos son terrestres, aunque ocasionalmente algunos crecen y maduran sobre un forófito. 3) Epífitas facultativas, los taxa cuyos individuos desarrollan su ciclo de vida completo principalmente sobre otra planta, pero ocasionalmente en el suelo. 4) Hemiepífitas, son aquellas plantas que, aunque crecen sobre un forófito, tienen conexión con el suelo al menos en una etapa de su ciclo de vida, por lo cual pueden dividirse en dos grupos: 4a) Hemiepífitas primarias, inician su vida sobre la corteza de otra planta y posteriormente producen raíces que alcanzan el suelo, y las 4b) Hemiepífitas secundarias, inician su ciclo de vida en el suelo y después llegan a ser totalmente dependientes de otra planta ya que sus tallos mueren de forma gradual, de abajo hacia arriba, perdiendo su conexión inicial con el suelo (Ceja-Romero *et al.*, 2008).

### 2.3 Bromeliaceae

La familia Bromeliaceae cuenta con cerca de 3,160 especies distribuidas en 50 géneros (Zotz, 2013); las cuales están confinadas prácticamente al continente Americano, con excepción de un solo taxón, *Pitcairnia feliciana*, que habita en África. Las bromeliáceas pueden encontrarse tanto en regiones desérticas como en los bosques tropicales lluviosos, en las tierras bajas como en el altiplano de Bolivia y Perú. Las bromeliáceas prefieren ciertas zonas llamadas “centros de frecuencia” en donde destacan México y algunas regiones de Centroamérica como Costa Rica, así como Brasil y Ecuador en Sudamérica (García-Jarquín, 2008). Algo más de la mitad de las especies (56%) son epífitas (Zotz, 2013), por lo tanto, la familia es uno de los componentes más sobresaliente en la vegetación epífita neotropical (García-Franco, 1986).

Esta familia es interesante desde el punto de vista ecológico debido al hábito, así como a las diversas adaptaciones que presenta para vivir en hábitats xéricos (Benzing, 2000). Desde el punto de vista económico, algunas especies como la piña (*Ananas comosus* L. Merr.) el timbiriche (*Bromelia karatas* L. o *Aechmea magdalenae* André ex Baker) y el heno (*Tillandsia usneoides* L.), junto con muchas otras que por sus coloridas inflorescencias son de uso ornamental, son importantes, ya que generan recursos a nivel local y representan una fuente de ingresos alternativa para muchas comunidades (Sandoval-Bucio *et al.*, 2004; Hornung-Leoni, 2011).

La monofilia de la familia ha sido corroborada por distintos estudios tanto morfológicos (Dahlgren *et al.*, 1985) como moleculares con DNA de cloroplasto y con secuencias de nucleótidos (Ranker *et al.*, 1990). Espejo-Serna *et al.* (2005) realizaron el tratamiento de la familia Bromeliaceae en el fascículo 136 de la Flora de Veracruz, en el cual se detallan las características de cada especie, su forma de vida, distribución y la descripción morfológica de cada una de sus partes. En cuanto a su clasificación, la familia se ha dividido tradicionalmente en tres subfamilias, Pitcairnioideae, Bromelioideae y Tillandsioideae, estando las tres representadas en Veracruz (Espejo-Serna *et al.*, 2005).

## 2.4 Morfología de las Bromeliaceae

Una característica de las Bromeliáceas es la presencia de una roseta conformada por hojas cuya disposición puede variar en forma, entre las cuales las especies tipo tanque son consideradas como fitotelmata (*phytos*= planta, *telma*= estanque; sing. *phytotelma*, pl. *phytotelmata*). Este término acuñado por Varga (1928) y retomado por Maguire (1971) y Fish (1983), hace referencia a plantas con estructuras modificadas como hojas, axilas de hojas y flores que son capaces de almacenar agua y sirven para el desarrollo de varias comunidades de organismos asociadas a la planta (Beutelspacher, 1972). La abundancia de estos organismos es dada por la disponibilidad de nutrientes que el tanque pueda almacenar (Richardson *et al.*, 2000). Sin embargo, Lawton (1983) ya había propuesto que la arquitectura de la planta establece un papel importante para determinar la diversidad y abundancia de fauna.

Es por esto que las rosetas de las bromeliáceas tipo tanque pueden albergar a grupos de especies muy variados, desde platelmintos, nematodos y moluscos hasta crustáceos, anélidos, artrópodos y arácnidos (Gómez, 1972; Mestre *et al.*, 2001) e incluso en algunos tanques muy grandes con capacidades de almacenamiento de agua de igual magnitud, pueden establecerse algunos anfibios como ranas y salamandras (Benzing, 2000).

Zotz y Thomas (1999) realizaron un estudio con las especies de *Tillandsia fasciculata* y *Guzmania monostachya* Rusby, en el que a través de un modelo matemático analizaron la capacidad de los fitotelmatas para suministrar de humedad a las bromeliáceas, esto en función del tamaño de la planta y considerando los siguientes parámetros: la capacidad del tanque, el área de captación de lluvia para cada tanque y la geometría del tanque, la cual tiene influencia directa en la evaporación. Se encontró que todos los parámetros cambiaron con el tamaño de la planta. Su estudio proporciona una idea de las limitaciones de los tanques de las bromeliáceas para hacer frente a un suministro de agua intermitente, típico de un hábitat epífita, además de que estas limitaciones resultaron particularmente pronunciadas para los individuos más pequeños.

## 2.5 Artrópodos

### Generalidades

Los artrópodos (del griego *arthron*-articulación y *podos*-pie), son animales segmentados que tienen una epidermis que secreta un exoesqueleto de fuertes anillos unidos por unas membranas flexibles, las cuales funcionan como articulaciones. El Phylum Artropoda constituye el mayor número de especies descritas hasta ahora, con más del 80% del total de las especies animales descritas. En este trabajo, la palabra macroartrópodo se emplea para designar a un grupo artificial que incluye a varios grupos taxonómicos de invertebrados que tienen un tamaño mayor a 500 micras o visibles a simple vista (Palacios *et al.*, 2006). La medida de referencia varía dependiendo del autor, en este trabajo, los macroartrópodos colectados fueron sólo los observables a simple vista.

### Clasificación taxonómica

Los artrópodos se dividen en cuatro Subphyla: Trilobita, Cheliceriformes, Crustaceomorpha y Atelocerata o Tracheata (Grimaldi y Engel, 2005). Trilobita constituye un grupo extinto de artrópodos; sin embargo, fueron organismos marinos muy diversos que se podían encontrar a diferentes niveles tróficos (principalmente detritívoros, depredadores y carroñeros). Cheliceriformes incluye principalmente arañas, escorpiones y ácaros, entre otros. Crustaceomorpha presenta especies principalmente acuáticas, la mayoría marinas; este grupo incluye copépodos, cangrejos y langostas entre otros organismos. Atelocerata que incluye a la clase Hexapoda (Insecta) y constituye el grupo más numeroso de animales en el planeta; este subfilo incluye organismos como moscas, cucarachas, mariposas, mantis y a los milpiés (Gillot, 2005; Triplehorn y Jahnson, 2005).

### Diversidad

El debate sobre cuántas especies de insectos hay en el mundo continúa, las estimaciones pueden variar de los 2 millones (Hodkinson y Casson, 1991) hasta los 50 millones, (Erwin, 1993), cuyos valores están basados en estudios realizados en el dosel de los bosques tropicales de las Américas.

Tan solo los insectos descritos hasta ahora se estiman en 1,004, 898 (Footitt y Adler, 2009), de una biota descrita total de 1.4 a 1.8 millones (May, 1988; Stork, 1991; Hammond, 1992). Lo que nos sugiere que los artrópodos del dosel, principalmente insectos, constituyen una gran proporción de la riqueza global de especies y son vitales para el funcionamiento de los ecosistemas forestales.

Los artrópodos están involucrados en el ciclo de nutrientes, la reproducción de las plantas y son una importante fuente de alimento para las aves y otros vertebrados forestales (Majer y Recher, 1988). Aunque en general se reconoce que la diversidad de especies aumenta con la heterogeneidad del hábitat, sólo unos pocos estudios han examinado microhábitats específicos del dosel como determinantes de la riqueza de especies y ensamblajes de invertebrados. Entre estos estudios, Nadkarni y Longino (1990) encuentran que las comunidades de los hábitats suspendidos difieren sustancialmente en su composición y abundancia de las comunidades sobre el suelo del bosque.

Debido a su alta sensibilidad a los cambios en la temperatura y las precipitaciones, los invertebrados, particularmente los insectos, tienen un gran potencial como indicadores de los cambios ambientales, siendo muy relevante la humedad, que en la mayoría de las especies presenta una relación directa con su abundancia, mientras que, para una menor proporción no muestran respuesta alguna ante los cambios de esta condición (Schowalter, 2000). Tales factores climáticos tienen un gran impacto en sus tasas de desarrollo, supervivencia y el éxito reproductivo (Speight *et al.*, 1999) así como la interacción y la dependencia de muchas especies de insectos en las plantas.

### Alimentación

En los artrópodos, la cantidad y calidad del alimento que un insecto en estado juvenil es capaz de adquirir tiene influencia en su crecimiento, desarrollo y en sus características morfológicas (Daly *et al.*, 1998) pero también tiene implicaciones cruciales para su vida adulta, particularmente en la fertilidad y reproducción (Speight *et al.*, 1999).

Dentro del grupo de los artrópodos, la clase Insecta es la más numerosa. Los insectos se pueden clasificar en tres categorías de acuerdo a su tipo de alimentación: los fitófagos, los zoófagos y saprófagos (Gillot, 2005). Los fitófagos son artrópodos herbívoros que se alimentan de los tejidos de las plantas, lo que los clasifica como consumidores primarios, se pueden alimentar de todas las partes que componen una planta (tallos, hojas, flores, frutos, semillas y la savia del sistema vascular). Cada uno de estos individuos se puede alimentar masticando los tejidos o succionando la savia y contenidos celulares. Los insectos succionadores especialmente los hemípteros (chinchas) son capaces de extraer la savia con gran facilidad de los sistemas vasculares de las plantas (Daly *et al.*, 1998). Los zoófagos o carnívoros se alimentan de tejidos de animales, en su mayoría de otros insectos. Se les conoce como insectos entomófagos y se les clasifica como depredadores y parasitoides, los primeros matan a su presa casi inmediatamente mientras que los parasitoides se alimentan interna o externamente de su hospedero durante un tiempo más largo antes de matarlos. Los saprófagos son los que se alimentan de la materia muerta, sea ésta vegetal o animal, además de los microorganismos que crecen sobre ella; por ejemplo los troncos en putrefacción (termitas) o los cadáveres de otros animales (atractivos para las moscas). Existen además omnívoros que se alimentan de la materia viva de las plantas o de los tejidos vivos de animales (Thiplehorn y Jhonson, 2005). El alimento no solo puede ser una importante limitante de crecimiento de la población de insectos, sino que también puede afectar a la distribución y la dispersión de las especies en el tiempo (Price, 1997). En este contexto se aprecia la importancia de los tanques de las tillandsias como fuente indispensable de alimentación de un gran número de artrópodos.

## **2.6 Bromeliaceae y su relación con los artrópodos**

En México, los primeros estudios realizados en relación a la presencia de fauna en epífitas fueron los de De Buen (1953), quien enfatiza la importancia de éstas como criaderos naturales de mosquitos transmisores de paludismo. Algunos usuarios de las bromeliáceas están obligados a pasar al menos una parte de su ciclo de vida asociados a ellas, Frank (1990) estudió el caso de las larvas de *Wyeomyia mitchellii* y *W. vanduzeei*, dos especies de mosquito que dependen de las bromeliáceas tipo tanque para su desarrollo. Beutelspacher

(1999), estableció en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, la idea de que las bromelias epífitas y la fauna asociada constituyen ecosistemas con características particulares claramente definidas, tomando como ejemplo *Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb para hacer una descripción de la fauna asociada a esta bromeliácea considerando que mantiene un ecosistema dentro de sí misma.

Muchos de los estudios realizados en torno a la biodiversidad de invertebrados asociados a las plantas epífitas son determinantes, pues contribuyen al conocimiento de uno de los grupos más diversos. Richardson (1999), estudió la fauna asociada a dos bromeliáceas tipo tanque, *Guzmania* sp. y *Vriesea* sp., en tres bosques con elevación distinta en Puerto Rico: bosque lluvioso montano bajo a 600 m snm, bosque lluvioso montano a 900 m snm y bosque enano a 1,070 m snm. Observó la relación entre el tamaño de las plantas con la diversidad de invertebrados que en ellas encontró. También afirmó que estas plantas se pueden ajustar a la teoría de la biogeografía de islas de MacArthur y Wilson (1967) en torno a su relación entre el área que tienen y el número de especies que son capaces de albergar. La mayor riqueza de especies la encontró en la altitud intermedia, con 187 especies, en comparación con la riqueza encontrada para el bosque de menor altitud (146 especies) y el de mayor altitud (88 especies), demostrando que la diversidad que habita dentro de las bromelias varía con la altitud.

En el estudio de Wittman (2000), realizado en la reserva de Yacumama, Perú, se relacionó el número de hojas que tenían dos especies de bromeliáceas, *Tillandsia adpressiflora* Mez y *Vriesea* sp., con el número de artrópodos. Se colectaron plantas de diferentes tamaños hasta juntar 18 colectas. Encontraron un total de 273 individuos, en donde las hormigas fueron las más abundantes. Sin embargo, no se pudo encontrar una relación clara entre el número de hojas presentes entre las especies y el número de artrópodos hallados en estas.

En el trabajo de Stuntz *et al.* (2002), realizado en un bosque húmedo de tierras bajas en Panamá, se analizó la diversidad de la fauna artrópoda en relación a la arquitectura de tres especies de epífitas con características morfológicas muy diferentes: *Tillandsia fasciculata* Sw, una bromeliácea con tanque mediano, *Werauhia (Vriesea) sanguinolenta* (Linden ex Cogn. & Marchal) J. R. Grant, una bromeliácea grande con tanque de gran capacidad y

*Dimerandra emarginata* (G. Mey.) Hoehne, una orquídea pequeña sin capacidad de almacenar agua, todas creciendo sobre *Annona glabra* L. En total se encontraron 3,694 artrópodos pertenecientes a 89 morfoespecies. Además, se encontraron diferencias entre la fauna hallada en las tres especies de epífitas, mostrando marcadas diferencias en la riqueza de especies, composición y estructura gremial. Sus resultados enfatizan la importancia del tamaño de la planta y la estructura, en particular la capacidad de almacenar materia orgánica.

Por otro lado, Armbruster *et al.* (2002), analizaron los factores que influyen en la composición de la artropofauna de *Guzmania* sp., *Streptocalyx* sp. y *Tillandsia* sp., tres epífitas con morfología similar en un bosque tropical Ecuatoriano. Se registraron algunas características del sustrato contenido dentro de las rosetas, así como también se midieron los rasgos morfológicos de cada especie. Se registraron 11,219 individuos pertenecientes a 354 morfoespecies. Se encontraron diferencias morfológicas en cuanto al volumen de las plantas, capacidad para almacenar agua, detritos y número de hojas. Se registró que el 62% de la variación de la riqueza de morfoespecies está dada por la morfología de la planta. Estudios como éste demuestran que las bromelias sostienen una diversa fauna artrópoda terrestre y que ésta tiene una relación clara entre el tamaño de la planta y el número de invertebrados encontrados.

Algunos estudios han reportado que existe una variabilidad en cuanto a la abundancia de artrópodos en bromelias, relacionada con la variación estacional. En el estudio de Hernández-Sánchez y García-Franco (2006) realizado en los alrededores de Veracruz, se describen las asociaciones entre invertebrados y la epífita *Tillandsia heterophylla* E. Morren tanto en ambientes contrastantes (bosque mesófilo, policultivo sencillo y policultivo diverso) como en tres épocas del año: lluvias, secas y nortes. Se registraron un total de 1,010 individuos de los cuales el grupo mejor representado fue el de los artrópodos con 61 familias, agrupadas en 17 órdenes y conformadas principalmente por Araneae, Coleoptera, Diptera y Lepidoptera, mientras que Orthoptera y Hemiptera estuvieron menos representados. Entre ambientes, el policultivo sencillo presentó mayor riqueza de familias en temporada de lluvias, en tanto que el bosque presentó mayor riqueza en temporada de

nortes mientras que en el policultivo diverso se presentó en temporada de secas. En los tres ambientes, la mayor abundancia de individuos se registró en temporada de secas.

Montes de Oca *et al.* (2007) estudiaron en Veracruz ensambles de carábidos asociados con bromelias en diferentes altitudes. Sus datos sugieren que los carábidos usan las bromelias para reducir el estrés asociado con periodos de sequía, cuya ocurrencia depende de la altitud lo cual, a su vez, cambia la composición de los carábidos.

Mondragón-Chaparro y Cruz-Ruiz (2008), realizaron un estudio en donde se caracterizó, de acuerdo a su hábito alimenticio, una comunidad de macroartrópodos asociados a *Tillandsia carlos-hankii* Matuda en un bosque de pino-encino en Oaxaca, además de evaluar su variación estacional. En total se registraron 874 organismos representados en 60 familias y 81 morfoespecies. Se encontró una mayor riqueza tanto a nivel de familia (44 vs. 37), como a nivel de morfoespecies (57 vs. 48) durante la época de secas, lo mismo que una mayor abundancia de individuos (468 vs. 215).

Franco-Méndez (2008), realizó un estudio en un bosque de pino-encino en Oaxaca. Ella analizó la correlación entre la riqueza, abundancia y diversidad de macroartrópodos en dos especies de bromelia, *Tillandsia carlos-hankii* y *Tillandsia oaxacana* L. B. Sm. Se encontró un total de 1,061 individuos pertenecientes a 17 órdenes, 11 géneros, siendo Hemiptera, Araneae y Coleoptera las ordenes con mayor riqueza y abundancia. Entre especies, *T. carlos-hankii* presentó mayor riqueza de especies (105 morfoespecies, 847 individuos) en época de lluvia. Mientras que para *T. oaxacana* la riqueza fue mayor (61 morfoespecies, 214 individuos) en época seca. En este estudio se concluye que las plantas de mayor envergadura son preferidas por los artrópodos, son más aptas para albergar una mayor diversidad de especies.

Cruz-García *et al.* (2010) proporcionan una pequeña revisión bibliográfica sobre las bromelias como fitotelmata importantes, resaltando los diversos tipos de interacciones (planta-planta y planta-animal) que se pueden presentar dentro de una bromelia de tanque.

Sodré *et al.* (2010) estudiaron los patrones ecológicos y taxonómicos de las comunidades de quironómidos (Diptera) en fitotelmas de las bromeliáceas *Neoregelia concéntrica* L. B. Sm. y *Aechmea nudicaulis* Griseb. en Río de Janeiro, Brasil. Registraron individuos de tres subfamilias distintas: *Polypedilum* sp., Orthocladiinae y *Monopelopia* sp., siendo este último el primer registro de *Monopelopia* en fitotelmas en Río de Janeiro.

En el estudio de Montero *et al.* (2010) se investigó la abundancia y composición de los ensambles de la macrofauna que habitan en la bromelia *Aechmea distichantha* Lem., la cual presenta morfología distinta al estar expuesta a la sombra o al sol, donde las plantas de sombra son más altas y tienen diámetros más grandes, mientras que las plantas en sol tienen más hojas y una vaina mayor, y por lo tanto un mayor contenido de agua en el tanque. Se hizo la comparación entre diferentes hábitats (sombreado y bajo sol) y estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno). Se encontró que la riqueza y abundancia de la macrofauna en el fitotelma fue muy similar entre hábitats y entre estaciones, aunque las plantas de sombra mantuvieron una proporción mayor de detritívoros que las expuestas al sol en primavera y verano pero no en invierno. No se encontraron diferencias en la abundancia entre hábitats pero las plantas de sombra si presentaron una mayor riqueza de especies que las expuestas al sol.

Hornung-Leoni *et al.* (2011) realizaron un trabajo sobre los artrópodos asociados a *Tillandsia deppeana*, en La Misión, Hidalgo, México. En éste, se obtienen de la colecta de cuatro plantas durante la temporada seca, un total de 375 individuos de artrópodos (249 adultos y 126 en estado juvenil) pertenecientes a Arachnida, Chilopoda y Hexapoda. El grupo más abundante fueron los hemípteros seguido por los estados juveniles y los coleópteros. En este trabajo se encontraron tres nuevos registros de coleópteros.

El trabajo de Campos-Serrano (2012) contribuye al conocimiento de la dinámica de las comunidades de artrópodos asociados a las epífitas fitotelmata en el valle de Zapotitlán, Puebla. En este trabajo emplearon microcosmos artificiales con variantes en tamaño y complejidad arquitectónica y plantas naturales para describir los cambios en la composición, abundancia y diversidad de morfoespecies de artrópodos durante un año. Se registraron un total de 8,788 artrópodos distribuidos en 16 órdenes, los órdenes mejor

representados en plantas artificiales: Araneae, Acari y Psocoptera, y en plantas naturales: Díptera, Acari y Coleóptera.

Como se ha visto, los estudios que aquí se señalan reflejan la importancia de estudiar la biodiversidad de los ecosistemas, además de la importancia que tiene estudiar la diversidad y composición de la fauna artrópoda asociada a las bromelias epífitas. Resulta interesante hacer un recuento de este tipo para generar el contexto en el cual se desenvuelve el presente trabajo.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El bosque mesófilo de montaña (BMM) en la región central del estado de Veracruz se ha reducido a pequeños fragmentos de vegetación (Williams-Linera, 2007). En los últimos años, un número creciente de estudios han demostrado que este bosque y su biodiversidad son particularmente sensibles a los cambios provocados por la fragmentación (Williams-Linera, 1992; Restrepo y Gómez, 1998). Actualmente debido a la pérdida de hábitat primario, el bosque secundario y la vegetación fragmentada se están convirtiendo en el refugio actual de la diversidad biológica (Brown, 1990).

Puesto que las plantas epífitas contribuyen con el 9% de la diversidad de plantas vasculares conocidas y, por su parte, los artrópodos constituyen el 85% de las especies animales descritas, éstos son dos grupos importantes y fundamentales para los estudios de biodiversidad.

Para las comunidades de artrópodos las diferencias que pueda haber entre un fragmento de bosque mesófilo conservado y un acahual o fragmento de vegetación secundaria son importantes desde el punto de vista de las condiciones microclimáticas que se generan bajo cada uno de estos dos ambientes, por ejemplo las diferencias en la estructura de la vegetación, el tipo de cobertura y por lo tanto la cantidad de luz que recibe el dosel. Además de la diferencia en los forófitos que conforman la vegetación en cada caso, lo que en ciertas temporadas del año podría afectar la intensidad de las condiciones microclimáticas para cada ambiente.

El propósito de este estudio fue investigar si las diferencias entre ambientes contrastantes, producen a su vez cambios en la comunidad de macroartrópodos asociados a tres especies de bromeliáceas, *Tillandsia butzii* (Tb; bulbosa y con escasa capacidad de almacenamiento), *T. kirchhoffiana* (Tk; tanque cerrado de almacenamiento moderado) y *T. multicaulis* (Tm; tanque abierto con gran capacidad de almacenamiento), las cuales además de tener diferentes morfologías en la roseta presentan distintos tamaños, lo que podría ser determinante para los ensambles de artrópodos que cada una pudiera presentar en determinadas temporadas del año.

Para ello se analizó la fauna de artrópodos asociada en un fragmento conservado de bosque mesófilo de montaña (Bc) y un acahual viejo (Ac) con el fin de observar el impacto que pudieran tener los ambientes contrastantes en la diversidad de macroartrópodos durante las temporadas cálida-seca (Cs) y cálida-húmeda (Ch) de un mismo año (2012) y en la temporada cálida-húmeda de dos años el 2010 y el 2012, con la finalidad de conocer si las comunidades artrópodas se mantienen estables en el tiempo.

#### 4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe una diferencia entre la diversidad y composición de la fauna artrópoda asociada a tres especies de bromeliáceas debida al estado de conservación de la vegetación, considerando dos épocas del año y las diferencias morfológicas de cada una?

#### 5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

##### 5.1 Objetivo General

Evaluar la diversidad, composición y variación estacional de la fauna artrópoda en tres especies de bromeliáceas: *Tillandsia butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, contrastando dos ambientes (un acahual y un bosque conservado) en dos temporadas (cálida-húmeda y cálida-seca) y años diferentes (2010 y 2012).

##### 5.2 Objetivos Específicos e Hipótesis

5.2.1 Evaluar la diversidad y composición de macroartrópodos presentes en tres especies de *Tillandsia*: *T. butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, durante dos épocas del año cálida-húmeda y cálida-seca.

Hipótesis: La diversidad y composición de macroartrópodos será menor en la época cálida-húmeda y mayor en la cálida-seca, además será menor y menos variada en la especie con tanque pequeño y bulboso (*Tillandsia butzii*), y mayor y más variada en la especie más grande y con tanque abierto (*T. multicaulis*).

5.2.2 Conocer y analizar la artropofauna asociada a las tres especies de bromeliáceas en ambientes contrastantes (bosque mesófilo de montaña conservado vs. acahual viejo).

Hipótesis: La diversidad de macroartrópodos en cada una de las especies de bromelia, será mayor en el bosque mesófilo conservado que en el acahual viejo.

5.2.3 Conocer si la diversidad y composición de la fauna artrópoda hallada en la temporada cálida-húmeda se mantiene a través del tiempo.

Hipótesis: La diversidad y composición hallada en el muestreo del año 2010 durante la temporada cálida-húmeda será igual a la registrada en la colecta del 2012 durante la misma temporada.

## 6. MÉTODOS

### 6.1 Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en la localidad de “Los Capulines” ubicada al sur del municipio de Tlalnahuayocan, en la región central de Veracruz (Fig. 1) entre septiembre del 2010 y octubre del 2012. El municipio tiene altitudes elevadas ya que se encuentra ubicado en la falda este del Cofre de Perote ( $96^{\circ}57'$ - $97^{\circ}01'$  de longitud oeste,  $19^{\circ}31'$ - $19^{\circ}35'$  de latitud norte), a una altitud de 1,400 - 1,920 m snm. La superficie del municipio es de 29.61 km<sup>2</sup> El clima de la región es templado-húmedo, con lluvias durante todo el año (García, 1964). La precipitación media anual es de 1,490.5 mm, La temperatura media

anual es de 16°C con poca oscilación durante el año (García 1964; Williams-Linera *et al.*, 2002).

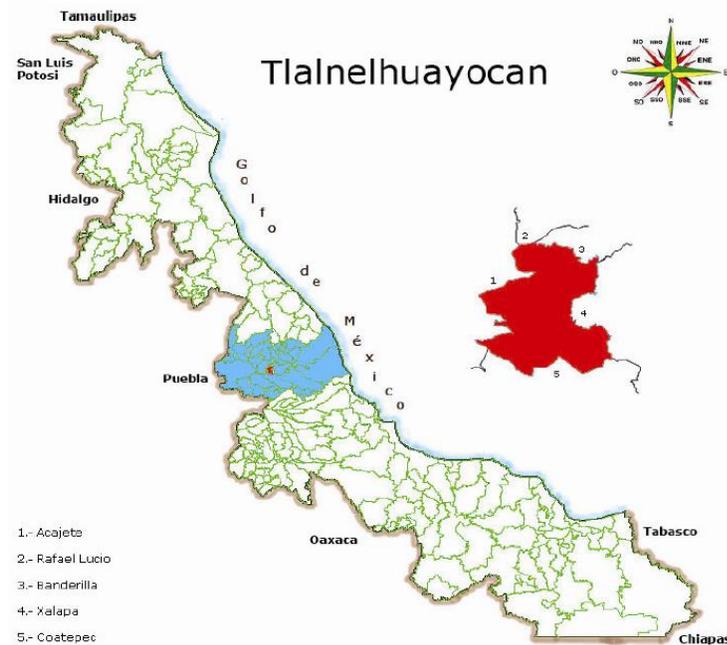


Figura 1. Localidad de Los Capulines ubicado en el municipio de Tlaxelhuayocan cerca de Xalapa, Veracruz (Tomado de Gobierno del Estado de Veracruz, 2013).

## 6.2 Vegetación en general

En Tlaxelhuayocan, la vegetación primaria se encuentra reducida a pequeñas áreas debido al gran índice de disturbio ocasionado por la agricultura y la ganadería, principales actividades humanas (Zamora y Castillo-Campos, 1997). El tipo de vegetación mejor representado es bosque mesófilo de montaña, el cual cubre una superficie del 9% del municipio (344.5 ha) mientras que la superficie agrícola cubre el 85% del municipio (3,106 ha), según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2005). Este tipo de vegetación se encuentra en altitudes de entre 1,500-1,900 m snm, se desarrolla sobre suelos del tipo andosol y acrisol.

La fisonomía del bosque mantiene alturas en sus elementos arbóreos que oscilan entre los 15 a los 25 m aproximadamente, los diámetros a la altura del pecho se mantienen entre los 30 - 50 cm pero, en ocasiones, pueden alcanzar hasta los 2 m. En general esta comunidad

vegetal incluye tanto árboles perennifolios como de hojas deciduas, tales como: *Quercus* spp., *Carpinus caroliniana* Walter, *Ostrya virginiana* K. Koch, *Alnus* sp., *Liquidambar styraciflua* L. y *Platanus mexicana*. Se presenta un periodo corto de caducidad foliar y se presenta en los meses más fríos del año, por lo que el bosque nunca se aprecia totalmente sin follaje. (Williams-Linera, 2007).

La vegetación secundaria que se encuentra en este municipio, son fragmentos de terrenos de fácil acceso para actividades agrícolas y forestales que han extendido las superficies ocupadas por comunidades vegetales secundarias, sobre todo en aquellos sitios que hasta ahora han sido abandonados. En estas áreas de vegetación secundaria se encuentran especies tanto de vegetación primaria como secundaria, aunque también se presentan algunas comunidades monoespecíficas. Por otro lado, se encuentran áreas acahualadas más viejas bien desarrolladas generalmente en sitios cercanos a fragmentos de bosque (Zamora y Castillo-Campos, 1997).

### **6.2.1 El fragmento de bosque mesófilo de montaña**

El sitio de estudio dentro de este ambiente se encuentra en las coordenadas 19°00'15.8'' de latitud Norte y 97°00'15.8" de longitud Oeste, a una altitud de 1,630 m snm, y tiene una superficie de aproximadamente 2,300 m<sup>2</sup> con una exposición hacia el suroeste. La topografía en el sitio es un poco accidentada con una pendiente entre 30° - 40° orientada hacia el suroeste, a unos 100 m de un arroyo. La orientación de la pendiente propicia que no tenga una influencia directa del sol. Este fragmento de bosque a pesar de mantener la estructura y composición arbórea típica de los bosques mesófilos, no es un bosque prístino ya que, por el tamaño que presenta, los efectos de borde son más pronunciados que en un bosque continuo. Los árboles presentan diámetros a la altura del pecho de 45 cm en promedio.

### **6.2.2 El acahual**

La vegetación circundante a los fragmentos de bosque mesófilo en la zona son comunidades de vegetación secundaria que difieren en su composición y diversidad de especies. En esta vegetación se encuentran especies secundarias, cosmopolitas y las propias de vegetación primaria (Romero *et al.*, 2000). El acahual seleccionado es viejo de aproximadamente 20 años y dominado casi en su totalidad por especies de *Liquidambar styraciflua*, la mayoría de estos árboles presentan una altura de 16 a 20 m con fustes rectos y diámetros de 40 cm en promedio. Presenta una superficie aproximada de 1,600 m<sup>2</sup> y está ubicado en las coordenadas 19°30'0.6'' de latitud Norte y 97°00'07.6'' de longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 1,640 m snm en una planicie cerca del fragmento de bosque mesófilo. El microclima es mucho más seco que en el bosque conservado debido a la exposición más directa de los rayos de sol, además de la poca cobertura del dosel, sobre todo en el invierno cuando los arboles de *Liquidambar* pierden sus hojas.

### **6.3 Especies de *Tillandsia* seleccionadas para el estudio**

El trabajo se centró en tres especies de bromelias, *Tillandsia butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, con diferentes características morfológicas (Cuadro 1), para contrastar la diversidad y composición de macroartrópodos en función del tamaño y morfología que tiene cada especie.

Cuadro 1. Características morfológicas de *Tillandsia butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, según Espejo-Serna *et al.* (2005).

Descriptor	<i>Tillandsia butzii</i>	<i>Tillandsia kirchhoffiana</i>	<i>Tillandsia multicaulis</i>
Fotografía			
Tamaño	20-35 cm de alto, las rosetas bulbosas, de 2.5-3.8 cm de diámetro en su parte más ancha.	55-70 cm de alto, las rosetas tipo tanque de hasta 25 cm de diámetro en su parte más ancha.	25-40 cm de alto, las rosetas tipo tanque, de hasta 30 cm de diámetro en su parte más ancha.
Hojas	Láminas verdes oscuras, variegadas con púrpura de 16-40 cm de largo, 4-5 mm de ancho en la base	Láminas verdes, triangulares en su base, involutas, de 20-40 cm de largo, 1-1.2 cm de ancho en la base, largamente filiformes.	Láminas verdes, más oscuras en el haz, cintiformes, de 14-25 cm de largo, 20-40 mm de ancho en la base.
Inflorescencias	Terminales, erectas, fasciculado-compuestas, a veces simples, con 1-4 espigas.	Terminales, erectas, compuestas, 2-pinnadas, con 5-12 espigas de 12-16 cm de largo.	Varias por planta, laterales; espigas fuertemente aplanadas, de 3-5 cm de ancho; brácteas florales rojas.

## 6.4 Método de colecta

El trabajo de campo se realizó en tres etapas: La primera colecta de los ejemplares de las tres especies de *Tillandsia* se realizó durante la época cálida-húmeda entre los meses de septiembre y octubre del 2010. La segunda colecta se realizó durante la temporada cálida-seca, entre los meses de abril y mayo del 2012 y la tercera durante la temporada cálida-húmeda, entre los meses de septiembre y octubre del mismo año.

Se ascendió a los árboles mediante el uso de cuerdas y equipo modificado de alpinismo (*Single Rope Technique*; Perry, 1978). Se eligieron cuatro árboles en cada sitio durante la temporada cálida-húmeda del año 2010 y solo tres árboles en cada sitio para las colectas de las temporadas cálida-húmeda así como para la temporada cálida-seca del año 2012. Esto último debido a la escasez de árboles adecuados para trepar y al tiempo disponible para la identificación de los artrópodos. Se buscó que los árboles fueran maduros, con una altura mayor a los 15 m, fuste lo más recto posible, corteza rugosa y copa amplia. En cada árbol se colectaron cuatro individuos de cada una de las tres especies de bromeliáceas. Cada bromelia se introdujo en una bolsa de plástico etiquetada y sellada para evitar la pérdida de artrópodos y posteriormente se transportó al laboratorio.

Para realizar las colectas de manera estandarizada se subdividió a los árboles en cinco zonas verticales de acuerdo con Johansson (1974) (Figura 2). Las bromelias se colectaron en las zonas 3 y 4 del árbol, ubicadas entre 10-15 m de altura. En la primera colecta, periodo cálido-húmedo del año 2010, fueron colectadas en total 96 plantas, 32 de cada especie. En la segunda y tercera colecta, periodos cálido-seco y cálido-húmedo del año 2012, se colectaron un total de 72 plantas por temporada, 48 de cada especie. Todas las plantas fueron adultas.

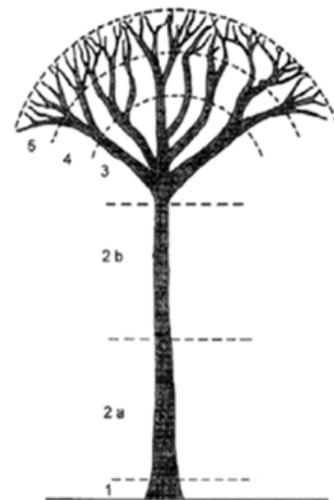


Figura 2.- Cinco zonas propuestas por Johansson (1974). Tomado de Gradstein *et al.*, (2003). Zona 1: parte basal del tronco, Zona 2: parte húmeda del tronco (2a) y parte seca del tronco (2b), Zona 3: primer tercio de la longitud de las ramas, Zona 4: segundo tercio de las ramas, Zona 5: el tercio exterior de las ramas.

## 6.5 Método de laboratorio

En el laboratorio cada *Tillandsia* se procesó de forma individual. Con el fin de analizar la posible relación entre las características morfológicas de las bromeliáceas y la diversidad de artrópodos, se registró el diámetro (en la parte más ancha de la roseta) y altura de la roseta (desde la base de la planta hasta la punta de la hoja más larga), Cuadro 2.

El área de la planta se calculó a partir del área de un cono  $A = (\pi \cdot (h^2 + r^2) \pi \cdot r^2 + \pi \cdot r)$ , donde A es el área de la planta, h es la altura y r es el radio. Para calcular el volumen de la roseta se calculó a partir del volumen de un cono,  $V = (\pi \cdot r^2 \cdot h)/3$ , donde V es el volumen de la planta, r es el radio y h la altura, (Ospina-Bautista *et al.*, 2004).

Cuadro 2.- Características morfométricas registradas en cada una de las especies de Bromeliácea.

Variabes	<i>T. butzii</i>	<i>T. kirchhoffiana</i>	<i>T. multicaulis</i>
<b>Perímetro (cm)</b>	12.7 ± 3.4	22.8 ± 5.2	26.1 ± 4.0
<b>Diámetro (cm)</b>	4 ± 1.1	7.3 ± 1.6	8.3 ± 1.3
<b>Altura (cm)</b>	12.1 ± 1.5	34.5 ± 5.9	36.06 ± 5.6
<b>Área de la roseta (cm<sup>2</sup>)</b>	9.92 ± 6.8	22.81 ± 1.0	26.35 ± 1.0
<b>Volúmen de la roseta (dm<sup>3</sup>)</b>	0.05 ± 0.04	0.52 ± 0.21	0.64 ± 0.20

Se deshojó cada una de las plantas cuidadosamente sobre un contenedor plástico para evitar la pérdida de los macroartrópodos. La fauna encontrada en cada una de las plantas se preservó con etanol al 70% en frascos etiquetados. Posteriormente, los ejemplares fueron nuevamente separados en frascos, ésta vez agrupados según su familia, ambiente y temporada.

## 6.6 Identificación taxonómica de los macroartrópodos

La identificación de los macroartrópodos es compleja debido a la gran diversidad, el limitado conocimiento taxonómico de las especies tropicales, la presencia de diferentes estadios de desarrollo dentro de las especies, y el dimorfismo sexual que puede presentarse en algunos grupos (Guillott, 2005; Gullan *et al.*, 2010).

El concepto de morfoespecie es generalmente utilizado cuando es posible diferenciar morfológicamente a los individuos, pero que no se identifican de forma precisa el nivel de

género y especie. Las morfoespecies se identificaron basándose en los caracteres observables, por ejemplo: la venación de las alas, el número de segmentos de la antena, coloración, disposición y forma de los ojos, etc. En este trabajo, los macroartrópodos colectados en estadio adulto se identificaron a nivel de familia y morfoespecie, ya que hasta este nivel se tuvo certeza de la identificación, mientras que los macroartrópodos colectados en un estadio inmaduro se identificaron en la mayoría de los casos hasta nivel de familia.

La identificación del material se logró mediante las claves taxonómicas dicotómicas de Borror y White (1970), Borror *et al.* (1981), Morón y Terrón (1988), Fierros-López (2005), Merritt y Cummins (1996); además de la consulta con los siguientes especialistas: Dra. Angélica Aragón y Dr. Dinesh V. Rao de la INBIOTECA de la Universidad Veracruzana (Aracnida), Dra. Maricruz Abato Zárate y Dr. Noel Reyes Pérez de la Universidad Veracruzana (Acaridae), M. en C. Maricarmen Herrera Fuentes, de la Universidad Autónoma Metropolitana, UAM (Escorpionidae) y M. en C. Jesús Campos Serrano y Biol. Jorge Orendain Méndez de la Universidad Autónoma Metropolitana (Blattidae, Dermaptera), los M. en C. Enrique D. Montes de Oca Torres y Luis Leonardo Delgado Castillo del Instituto de Ecología, A.C. (Coleoptera), y el Dr. César Ruíz Montiel del Instituto de Investigaciones Forestales INIFOR de la Universidad Veracruzana (Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Coleoptera).

### **6.7 Asignación de gremios alimenticios**

El hábito alimenticio de un invertebrado depende del estadio de desarrollo en el que se encuentra, (Guillott, 2005); así que el grupo trófico de cada ejemplar fue el correspondiente al estado del ciclo de vida en el cual se colectó. La asignación de grupo trófico se realizó siguiendo las características generales de las familias (Borror y White, 1970; Borror *et al.*, 1981; Merritt y Cummins, 1996; Footit y Adler, 2009).

### **6.8 Descripción de datos y análisis estadístico**

En este trabajo se exploró el número total de individuos, familias y morfoespecies encontrados en cada temporada (cálida-húmeda y cálida-seca), ambiente (bosque conservado y acahual) y especie (*Tillandsia butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*).

Con el fin de conocer si había diferencias en la riqueza de macroartrópodos entre los tres factores (la temporada: cálida-húmeda y cálida seca del año 2012, el ambiente y la especie de *Tillandsia*), al igual que para conocer si existe diferencia entre los ambientes de colecta y las especies de *Tillandsia* de los años 2010 y 2012, se realizó un análisis de varianza factorial con el programa STATISTICA 0.7.

Para obtener los estimadores de diversidad, se calculó la riqueza de especies mediante el conteo del número de familias y morfoespecies para cada una de las tres especies de bromelia colectadas, para cada temporada y ambiente. La riqueza puede ser aplicable a cualquier nivel taxonómico, siempre y cuando se mantenga la homogeneidad en el nivel taxonómico utilizado (Cardoso *et al.* 2003). La abundancia se obtuvo por la suma del número de individuos de cada morfoespecie presente en cada una de las especies de bromelias, por cada época de muestreo y cada ambiente.

Un análisis CLUSTER o de conglomerados, realizado con el programa MVSP 3.21, ayudó a descubrir asociaciones y estructuras en los datos no evidentes *a priori*. Éste se empleó para conocer y ordenar, de forma exploratoria, los datos sobre la composición de artrópodos por especie de planta y ambiente. De forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo cluster es más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes clusters.

Para conocer cuántas morfoespecies son compartidas entre las tres especies de *Tillandsia*, los dos ambientes y las temporadas de colecta del año 2012, se hizo un análisis de complementariedad con el programa EstimateS, versión 7.5.2 utilizando el índice de Morisita-Horn, el cual contempla el número de individuos, además de ser uno de los modelos más utilizados para cuantificar semejanzas. Este índice presenta características que lo hacen útil, por ejemplo: la influencia de la riqueza de especies y el tamaño muestral resulta poco significativo en éste. Sin embargo, es fuertemente influenciado por la abundancia de la especie más común (Badii *et al.*, 2007). Este índice muestra la complementariedad que varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (Colwell y Coddington, 1994).

Para saber el grado de disimilitud en la composición de las familias, se calculó el valor de complementariedad para los diferentes ambientes y temporadas de colecta.

1.- La riqueza total para ambos sitios combinados:

$$s_{ap} = a + b - c$$

2.- El número de especies únicas a cualquiera de los dos sitios:

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

Donde a es el número de especies del sitio A, b es el número de especies del sitio B, y c es el número de especies en común entre los sitios A y B.

3.- A partir de estos valores calculamos la complementariedad de los sitios A y B como:

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

Se realizaron curvas de rango abundancia con el programa Species Diversity and Richness 3.02, puesto que son una forma muy útil de representar la diversidad de una comunidad. En estas gráficas queda representada toda la distribución de las abundancias relativas por lo que es más fácil interpretar lo que está ocurriendo en la comunidad.

## RESULTADOS

### 7.1 Número total de individuos

En total se encontraron 2,618 individuos de macroartrópodos distribuidos en 28 órdenes, 88 familias y 117 morfoespecies (Anexo 1). En la colecta realizada en el año 2010, durante la temporada cálida-húmeda, se registraron un total de 728 individuos pertenecientes a un total de 47 familias y 63 morfoespecies. En esta temporada, el mayor promedio de individuos colectados por planta se registró en *T. multicaulis* en el bosque, así como en *T. butzii* en el acahual (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Abundancia, número promedio y desviación estándar del total de artrópodos por planta en las tres especies de *Tillandsia* colectadas durante la temporada cálida-húmeda del año 2010. Tb: *Tillandsia butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*, Tm: *T. multicaulis*.

Año 2010 n = 16						
Cálida-húmeda						
	Acahual			Bosque		
	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm
<b>Abundancia</b>	128	94	115	49	78	264
<b>Promedio por planta</b>	10.66	7.83	9.58	4.08	6.5	22
<b>Desviación estandar</b>	7.49	2.45	3.2	1.46	2.57	8.05

En las temporadas de colecta del año 2012, el total de individuos fue de 1,890 pertenecientes a 74 familias y 79 morfoespecies (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Abundancia total de artrópodos y desviación estándar por planta en las tres especies de *Tillandsia* colectadas durante la temporada cálida-húmeda y cálida-seca del año 2012. Tb: *Tillandsia butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*, Tm: *T. multicaulis*.

Año 2012 n = 12												
	Cálida-húmeda						Cálida-seca					
	Acahual			Bosque			Acahual			Bosque		
	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm
<b>Abundancia</b>	52	128	222	74	166	259	72	150	345	53	73	296
<b>Promedio por planta</b>	4.33	10.66	18.5	6.16	13.83	21.58	6	12.5	28.66	4.41	6.08	24.66
<b>Desviación estandar</b>	1.67	3.81	6.48	3.85	4.8	7.46	2.97	6.25	13.7	1.86	2.25	10.56

En el caso de los adultos y larvas por año se encontró que en la temporada cálida-seca fue donde se registró el mayor número de individuos (989) y de adultos totales (432) durante el 2012 (Cuadro 5a), en tanto que en la temporada cálida-húmeda de ese mismo año se registró un mayor número de individuos en estado larvario (594). En lo que respecta a individuos por ambiente para el 2010 se registró un mayor número de larvas (190), familias (40) y morfoespecies (53) en el bosque conservado (Cuadro 5b), mientras que el estado adulto fue mayor en el acahual (239). Para el año 2012 el número total de larvas (338), familias (44) y morfoespecies (55), fue mayor en el bosque conservado que el acahual durante la temporada cálida-húmeda y cálida-seca (Cuadro 5b). Sólo se registró un mayor número de adultos en el acahual (256) durante la temporada cálida-seca, que los registrados en los otros ambientes durante ese mismo.

Cuadro 5.- Número de individuos y morfoespecies por temporadas de colecta (a), Ch: Cálida-húmeda, Cs: Cálida-seca y ambientes (b), Bc: Bosque conservado, Ac: Acahual.durante los años 2010 y 2012

a) Por temporada	Año 2010		Año 2012			
	Ch		Ch		Cs	
Total de individuos	728		901		989	
Adultos totales	439		307		432	
Larvas totales	289		594		557	
b) Por ambiente	Bc	Ac	Bc	Ac	Bc	Ac
Larvas	190	99	338	256	250	307
Adultos	200	239	162	145	176	256
Familias	40	34	44	41	43	36
Morfoespecies	53	40	55	46	53	52

## 7.2 Riqueza de individuos por temporada de colecta

En la figura 3 se muestra la cantidad de individuos registrados, en estado adulto, para cada ambiente, temporada y especie de planta durante los años 2010 y 2012. Resaltan, por el mayor número de individuos, los registros de *T. multicaulis* en el acahual durante la temporada cálida-seca del año 2012 y, por el menor registro, *T. kirchhoffiana* en el bosque durante el mismo año y temporada.

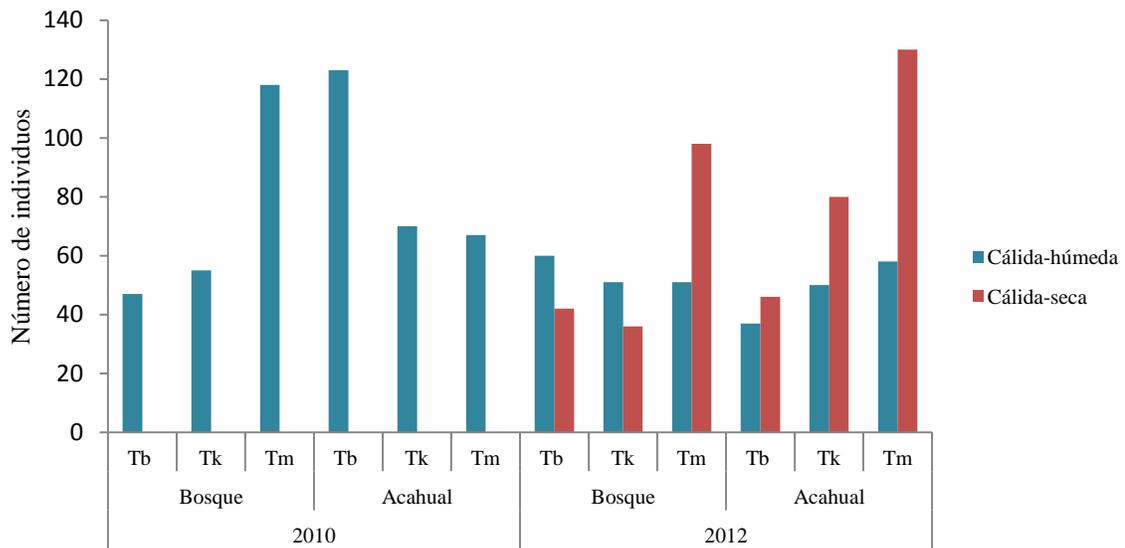


Figura 3.- Número de individuos colectados en estado adulto durante la temporada cálida-húmeda del 2010 y en cada una de las temporadas del año 2012 en ambos ambientes y las tres especies de bromeliáceas: Tb: *Tillandsia butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*, Tm: *T. multicaulis*.

## 7.3 Número de individuos colectados en estado adulto y larvario

La figura 4 muestra el número de individuos que fueron colectados en sus distintos estados de desarrollo, durante la colecta del año 2010 y durante las dos temporadas (cálida-húmeda y cálida-seca) del año 2012, contrastando ambos ambientes (Bc y Ac) y las tres especies de bromelias estudiadas. Destaca, por la cantidad de larvas halladas, *T. multicaulis* en cada una de las colectas realizadas, así como *T. butzii* por presentar la menor cantidad de individuos en el mismo estado de desarrollo.

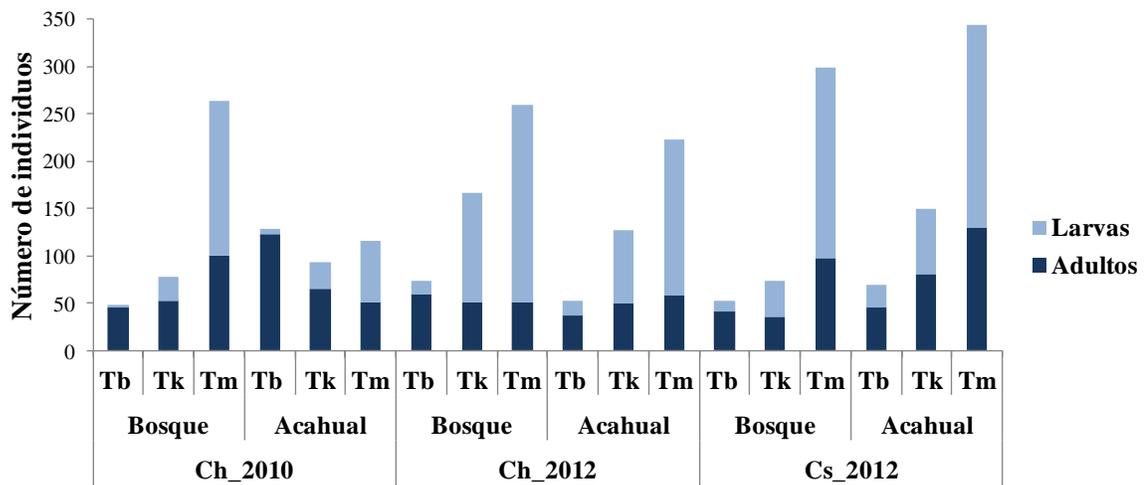


Figura 4.- Número de individuos colectados en estado larvario y adulto durante la temporada cálida-húmeda y cálida-seca del 2012, en dos ambientes y tres especies de bromelias: Tb: *Tillandsia butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*, Tm: *T. multicaulis*.

En lo que respecta al número de morfoespecies, durante la temporada cálida-húmeda 2010 se registró un total de 53. En el bosque *T. kirchhoffiana* y *T. butzii* presentaron el menor registro de morfoespecies. En el acahual se encontraron un total 40 morfoespecies, siendo *T. kirchhoffiana* la especie que presentó el mayor número de morfoespecies, seguida por *T. butzii* y *T. multicaulis*, Figura 5.

Durante la temporada cálida-seca del año 2012 se registró un total de 76 morfoespecies. En el bosque conservado se registró un total de 53 morfoespecies de macroartrópodos. En este ambiente, *T. multicaulis* presentó el mayor número de morfoespecies seguida por *T. kirchhoffiana* y *T. butzii*. En el acahual se encontraron 40 morfoespecies de macroartrópodos. En este ambiente, *T. kirchhoffiana* presentó el mayor número de morfoespecies seguida por *T. butzii* y *T. multicaulis*.

Durante la temporada cálida-húmeda del año 2012 se encontraron en total 68 morfoespecies. En el bosque conservado se registraron un total de 55 morfoespecies de macroartrópodos. En este ambiente *T. kirchhoffiana* presentó el mayor número de morfoespecies, seguida por *T. multicaulis* y por último *T. butzii*. En el acahual se

encontraron 46 morfoespecies. En este ambiente *T. multicaulis* presentó el mayor número de morfoespecies, seguida por *T. kirchhoffiana* y *T. butzii* (Figura 5).

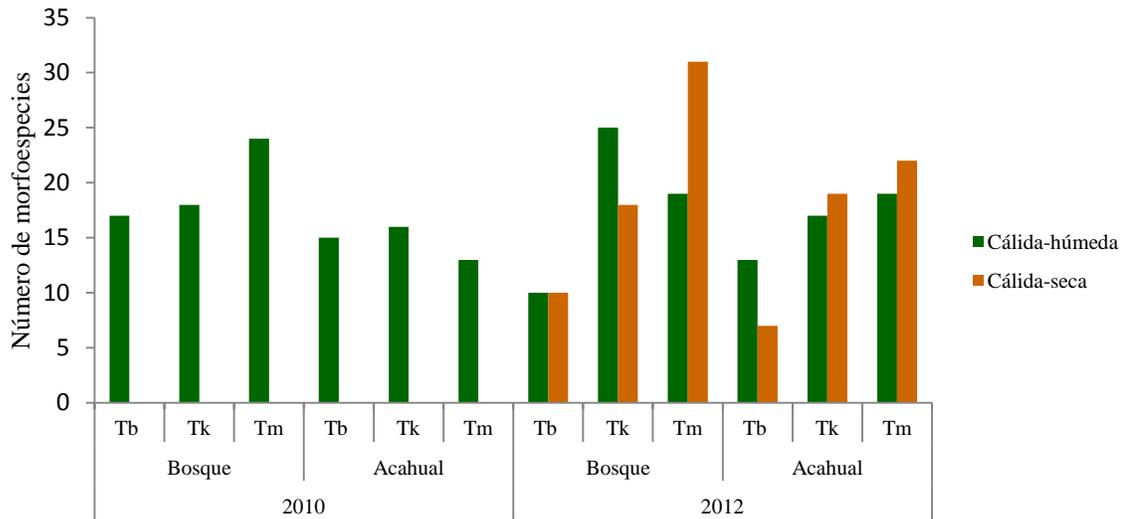
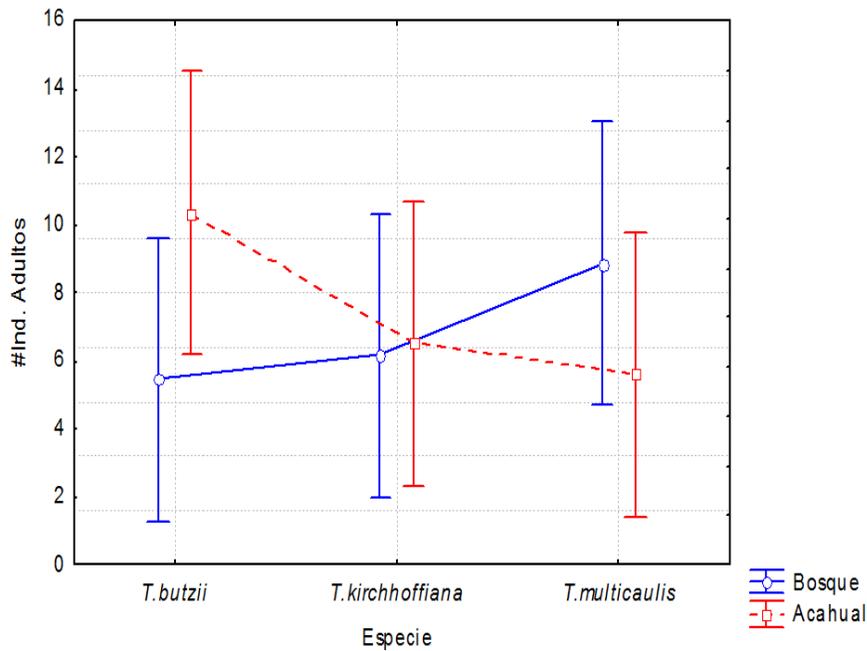


Figura 5.- Número de morfoespecies de macroartrópodos registradas por cada una de las temporadas, ambientes y especies de bromelias: Tb.- *Tillandsia butzii*, Tk.- *T. kirchhoffiana* y Tm.- *T. multicaulis*.

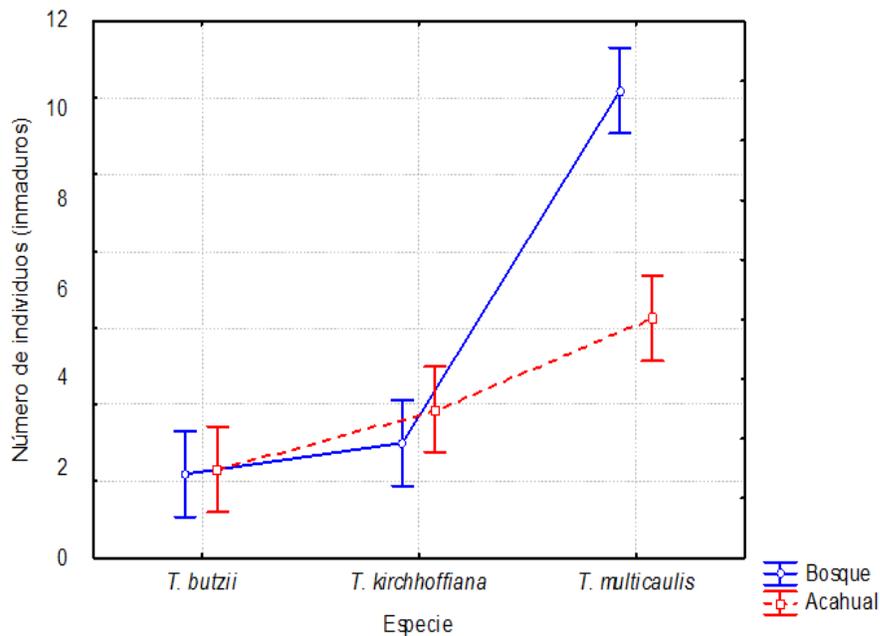
Con el fin de evitar sesgos o malas interpretaciones por la diferencia en abundancias entre los adultos y las larvas, se realizaron análisis por separado. El primer análisis de varianza, realizado para los individuos en estado adulto, los resultados muestran que no hay diferencias significativas entre las especies de *Tillandsia* ni entre los ambientes de colecta (Figura 6).



	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>G. I.</b>
<b>Ambiente</b>	0.15	0.69	1
<b>Especie</b>	0.28	0.75	2
<b>Ambiente*Especie</b>	1.88	0.15	2

Figura 6.- Gráfico y análisis de varianza realizado a partir del número de individuos adultos encontrados por planta y especie de *Tillandsia* durante las temporadas cálida-húmeda del año 2010.

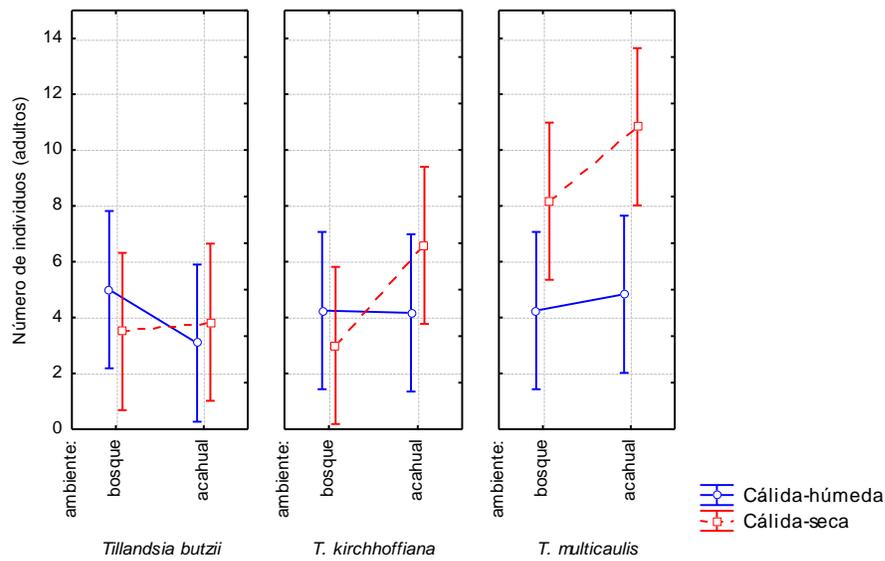
De la misma forma se realizó un análisis de varianza tomando como variable de respuesta el número de individuos encontrados en estado larvario. En este análisis se muestra que *T. multicaulis* fue la especie que presenta diferencias con el resto en cuanto al número de individuos presentes por ambiente (Figura 7).



	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>G. l.</b>
<b>Ambiente</b>	12.8	0.0005	1
<b>Especie</b>	87.9	0.000	2
<b>Ambiente*Especie</b>	22.07	0.000	2

Figura 7.- Gráfico y análisis de varianza realizado a partir del número de individuos en estado inmaduro encontrados por planta y especie de *Tillandsia* durante las temporadas cálida-húmeda del año 2010 en los dos ambientes (bosque y acahual).

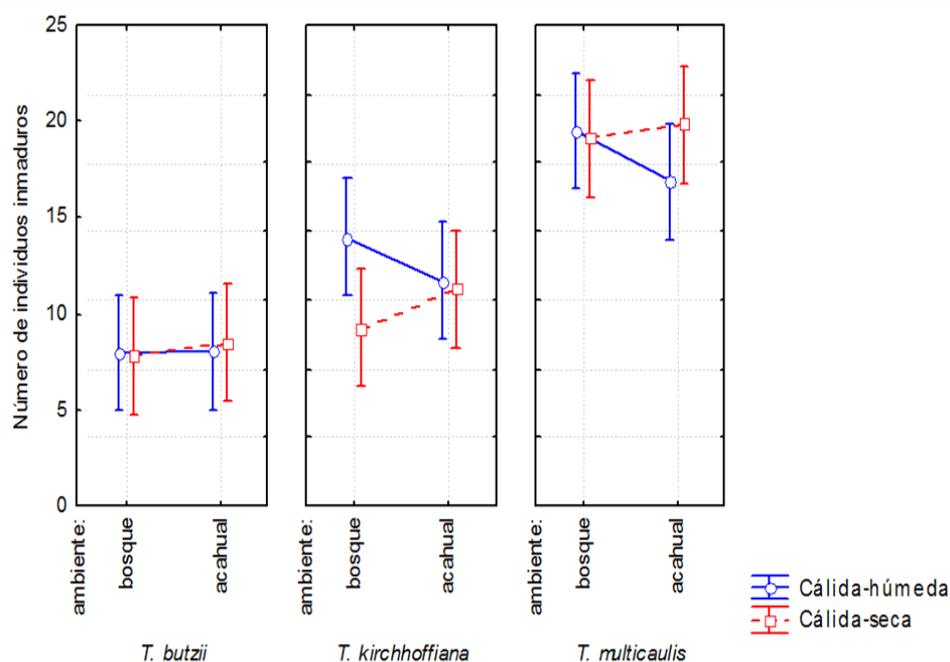
Para las colectas del año 2012 se realizaron los siguientes análisis de varianza, considerando, en un primer análisis los individuos hallados en estado adulto. Se muestra a *T. multicaulis* como la especie que presenta diferencias significativas, en cuanto al número de individuos presentes por planta y por ambiente en la temporada cálida-seca (Figura 8). Sin embargo no se muestran diferencias entre las otras dos especies de *Tillandsia* ni entre las temporadas o ambientes de colecta.



	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>G. l.</b>
<b>Temporada</b>	4.39	0.03	1
<b>Ambiente</b>	1.09	0.29	1
<b>Especie</b>	5.52	0.004	2
<b>Temporada*Ambiente*Especie</b>	0.093	0.91	2

Figura 8.- Gráfico y análisis de varianza multifactorial, realizado a partir del número de individuos adultos por especie de *Tillandsia* durante las dos temporadas de colecta del año 2012 y los dos ambientes (bosque y acahual).

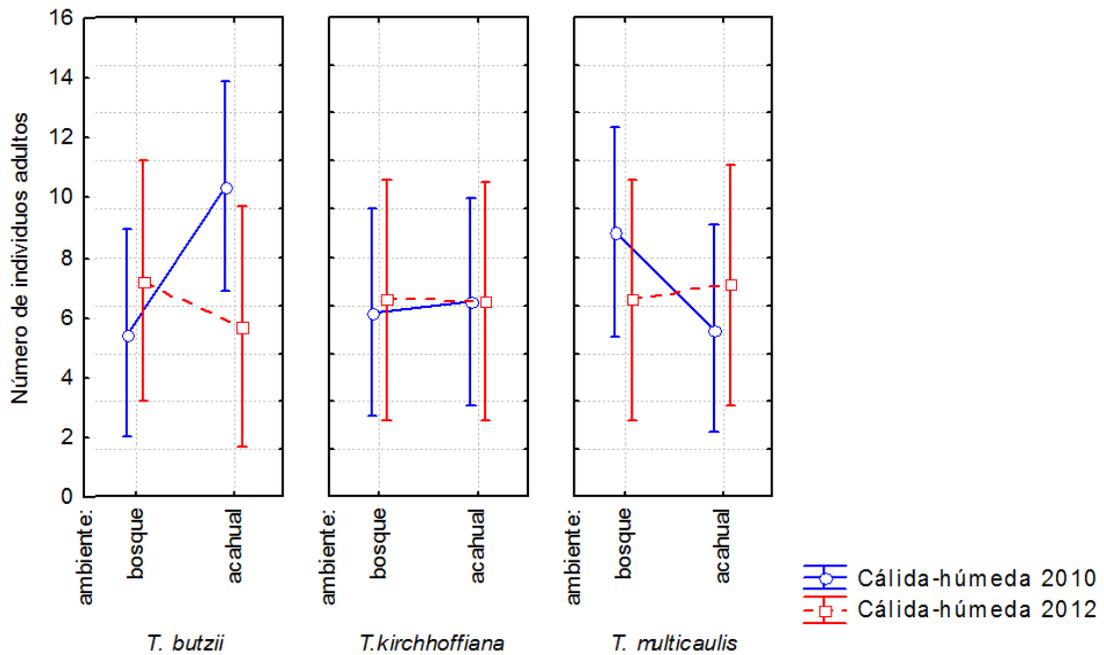
Un segundo análisis fue realizado únicamente con los individuos hallados en estado larvario durante las mismas temporadas. En este análisis se muestra nuevamente a *T. multicaulis* como la especie que presenta diferencias, un mayor número de larvas respecto a las otras dos especies de bromelias. No se presentaron diferencias significativas, en cuanto al número de individuos presentes por planta, por ambiente y temporada (Figura 9).



	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>G. l.</b>
<b>Temporada</b>	0.19	0.66	1
<b>Ambiente</b>	0.05	0.81	1
<b>Especie</b>	51.32	0.000	2
<b>Temporada*Ambiente*Especie</b>	0.38	0.67	2

Figura 9.- Gráfico y análisis de varianza multifactorial, realizado a partir del número de individuos en estado inmaduro encontradas por especie de *Tillandsia* durante las dos temporadas de colecta del año 2012 y los dos ambientes .

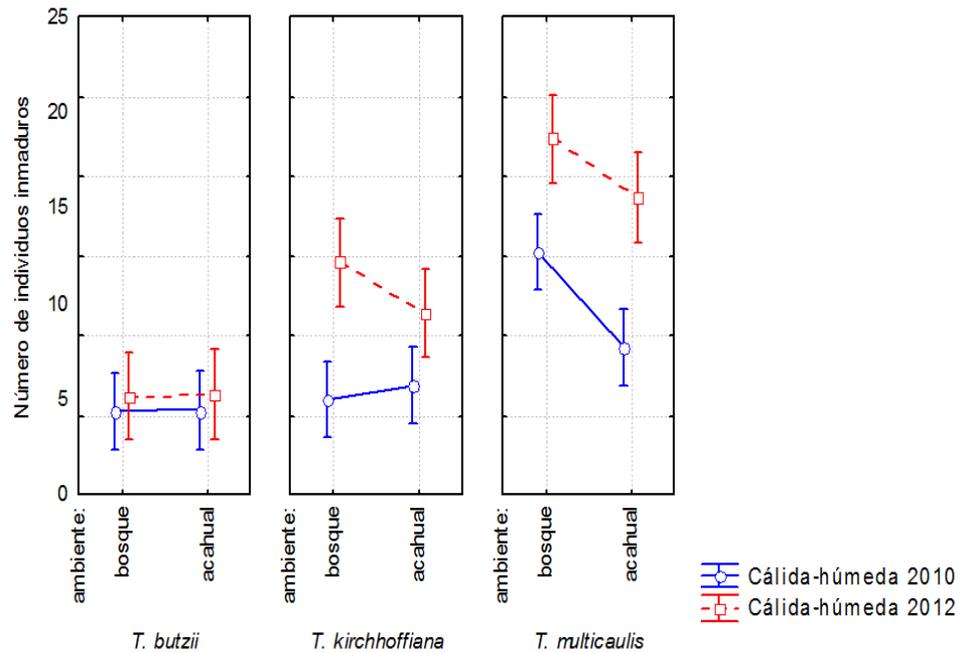
Para conocer si existen diferencias entre los datos obtenidos a partir de las dos colectas realizadas en la temporada cálida-húmeda del año 2010 y la misma temporada del año 2012, se realizó un análisis de varianza considerando los individuos en estado adulto (Figura 10). Sin embargo, no se muestran diferencias significativas entre las tres especies de *Tillandsia* ni entre las temporadas o ambientes de colecta.



	F	P	G. l.
<b>Año</b>	0.24	0.62	1
<b>Ambiente</b>	0.01	0.80	1
<b>Especie</b>	0.16	0.85	2
<b>Año*Ambiente*Especie</b>	1.80	0.16	2

Figura 10.- Gráfico y análisis de varianza multifactorial, realizado a partir del número de individuos en estado adulto encontrados por especie de *Tillandsia* durante la temporada cálida-húmeda de los años 2010 y 2012 en los dos ambientes (bosque y acahual).

Se realizó otro análisis con los individuos en estado larvario durante las mismas dos temporadas. En este análisis se observa que tanto *T. multicaulis* como *T. kirchhoffiana* fueron las especies que presentan diferencias significativas entre los ambientes y temporadas en cuanto al número de individuos presentes por planta, por ambiente y entre años (Figura 11).



	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>G. l.</b>
<b>Año</b>	47.68	0.00	1
<b>Ambiente</b>	6.52	0.01	1
<b>Especie</b>	66.08	0.00	2
<b>Año*Ambiente*Especie</b>	1.46	0.23	2

Figura 11.- Gráfico y análisis de varianza multifactorial, realizado a partir del número de individuos en estado inmaduro encontrados por especie de *Tillandsia* durante la temporada cálida-húmeda de los años 2010 y 2012, en los dos ambientes (bosque y acahual).

#### 7.4 Composición de macroartrópodos

Se realizó un análisis cluster para ilustrar la afinidad en la composición de artrópodos por especie de planta y ambiente. Se utilizó el índice de Morisita ya que es un índice sensible a las cantidades de individuos de cada especie, no solo la presencia-ausencia que se registra, además es sensible a la riqueza de especies, lo cual concuerda con el presente estudio. Se observa el grado de similitud entre miembros del mismo cluster o grupo. En la figura 12 se muestra este análisis para los datos obtenidos de las colectas del año 2012. En el primer

grupo se muestra separado por la especie *Tillandsia butzii* (Tb) pero es importante señalar que aunque se agrupan por temporada, indistintamente del ambiente, el nivel de similitud es muy bajo. El segundo y tercer grupo se encuentran separados por la temporada, en donde, indistintamente, las especies *T. multicaulis* (Tm) y *T. kirchhoffiana* (Tk) se agrupan según la temporada cálida-húmeda (Ch) y cálida-seca (Cs). Estos grupos muestran un mayor nivel de similitud.

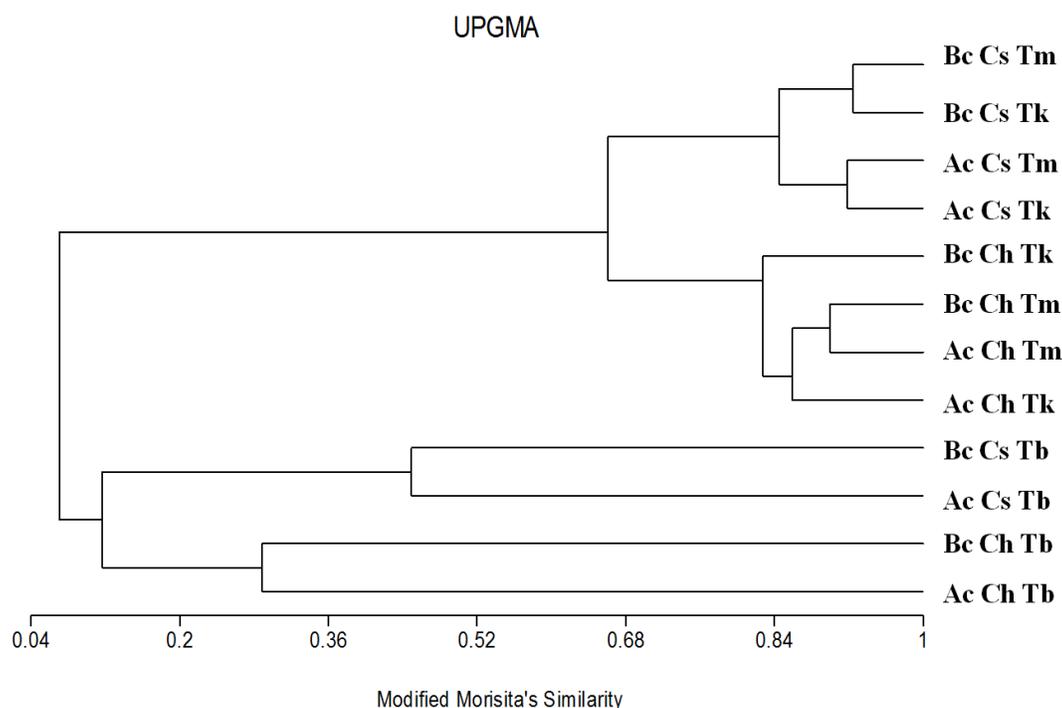


Figura 12. Análisis Cluster para las colectas realizadas durante el año 2012, realizado a partir de los números de individuos por morfoespecie registrados para los dos ambientes: Bc: Bosque conservado, Ac: Acahual, las dos temporadas: Cs: Cálida-Seca, Ch: Cálida-Húmeda, y las tres especies de *Tillandsia*: Tm: *Tillandsia multicaulis*, Tb: *T. butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*.

### 7.5 Especies compartidas

En el cuadro 6 se muestra las morfoespecies observadas (subrayadas) entre los diferentes sitios, temporadas y especies de *Tillandsia* para las colectas de las temporadas cálida-húmeda y cálida-seca del año 2012. Los valores que se encuentran por encima de las morfoespecies observadas, representan las morfoespecies compartidas entre los sitios,

temporadas y especies de *Tillandsia*, los valores que se encuentran por debajo de las especies observadas indican el índice de Morisita, el cual varía desde cero cuando ambos sitios son completamente distintos en composición de especies, hasta uno cuando las especies de ambos sitios son idénticas. En negrita resaltan los valores que muestran mayor diferencia en la composición de especies.

Cuadro 6.- Especies compartidas entre temporada, sitio y especie de *Tillandsia*, (por arriba de la diagonal). Especies observadas (Sobre la diagonal). Índice de Morisita (bajo la diagonal). Bc: Bosque conservado, Ac: Acahual, Cs: Cálida-Seca, Ch: Cálida-Húmeda, Tm: *Tillandsia multicaulis*, Tb: *T. butzii*, Tk: *T. kirchhoffiana*, durante el año 2012.

	Ac Ch Tb	Ac Ch Tk	Ac Ch Tm	Ac Cs Tb	Ac Cs Tk	Ac Cs Tm	Bc Ch Tb	Bc Ch Tk	Bc Ch Tm	Bc Cs Tb	Bc Cs Tk	Bc Cs Tm
Ac Ch Tb	13	7	14	10	4	10	2	6	20	3	6	16
Ac Ch Tk	0.112	17	7	3	14	4	4	9	4	5	12	7
Ac Ch Tm	<b>0.854</b>	0.06	19	3	11	4	1	11	13	7	14	15
Ac Cs Tb	0.091	0.265	0.172	7	6	11	14	3	10	3	5	17
Ac Cs Tk	0.327	0.632	0.652	0.113	19	4	4	21	3	5	12	5
Ac Cs Tm	<b>0.918</b>	0.123	0.689	0.601	0.04	22	6	16	4	3	11	17
Bc Ch Tb	0.003	0.02	0.041	0.014	0.021	0.289	10	8	15	14	4	12
Bc Ch Tk	0.017	0.469	0.425	0.036	0.792	<b>0.846</b>	0.059	25	6	5	11	5
Bc Ch Tm	<b>0.845</b>	0.021	0.642	0.596	0.087	0.9	<b>0.864</b>	0.07	19	4	12	13
Bc Cs Tb	0.037	0.032	0.102	0.012	0.07	0.449	0.027	0.088	0.152	10	6	13
Bc Cs Tk	0.792	0.793	0.679	0.057	<b>0.848</b>	0.799	0.129	0.76	0.717	0.092	18	6
Bc Cs Tm	<b>0.925</b>	0.094	0.036	0.654	0.007	<b>0.908</b>	<b>0.825</b>	0.061	0.77	0.701	0.025	31

En el cuadro 6 se observa que las dos especies que muestran mayores diferencia en la composición de especies son *T. multicaulis* y *T. butzii*, tanto por temporada como por ambiente. Sin embargo *T. multicaulis* y *T. kirchhoffiana* presentan una marcada diferencia en su composición entre los dos ambientes, durante la misma temporada Cálida-seca.

El porcentaje de morfoespecies que son complementarias para el Ac y Bc durante la temporada Ch del año 2012 es del 58% mientras que para la temporada Cs del mismo año es del 56%. Las familias complementarias entre las temporadas Ch y Cs del año 2012 representan el 64%. La complementariedad de las familias entre las temporadas cálida-húmeda de los años 2010 y 2012 es del 75%.

## 7.6 Composición a nivel de orden

En las siguientes gráficas se muestran los principales órdenes de macroartrópodos encontrados en cada especie de *Tillandsia* en relación al sitio y temporada de colecta durante los años 2010 y 2012. En este análisis se consideraron por igual los estadios adulto y larvario para reflejar mejor la importancia y notoriedad del gran número de larvas registradas en *T. multicaulis* y *T. kirchhoffiana*.

En la figura 13 se muestran las ordenes halladas en *T. butzii* en el Acahual (Ac) y Bosque conservado (Bc) durante la temporada cálida-húmeda (Ch) y cálida seca (Cs) del año 2010 y 2012. El valor de cada una de las secciones del pastel indica el número de individuos que presentó cada una de las cinco principales órdenes, el resto se concentró en la categoría de otros.

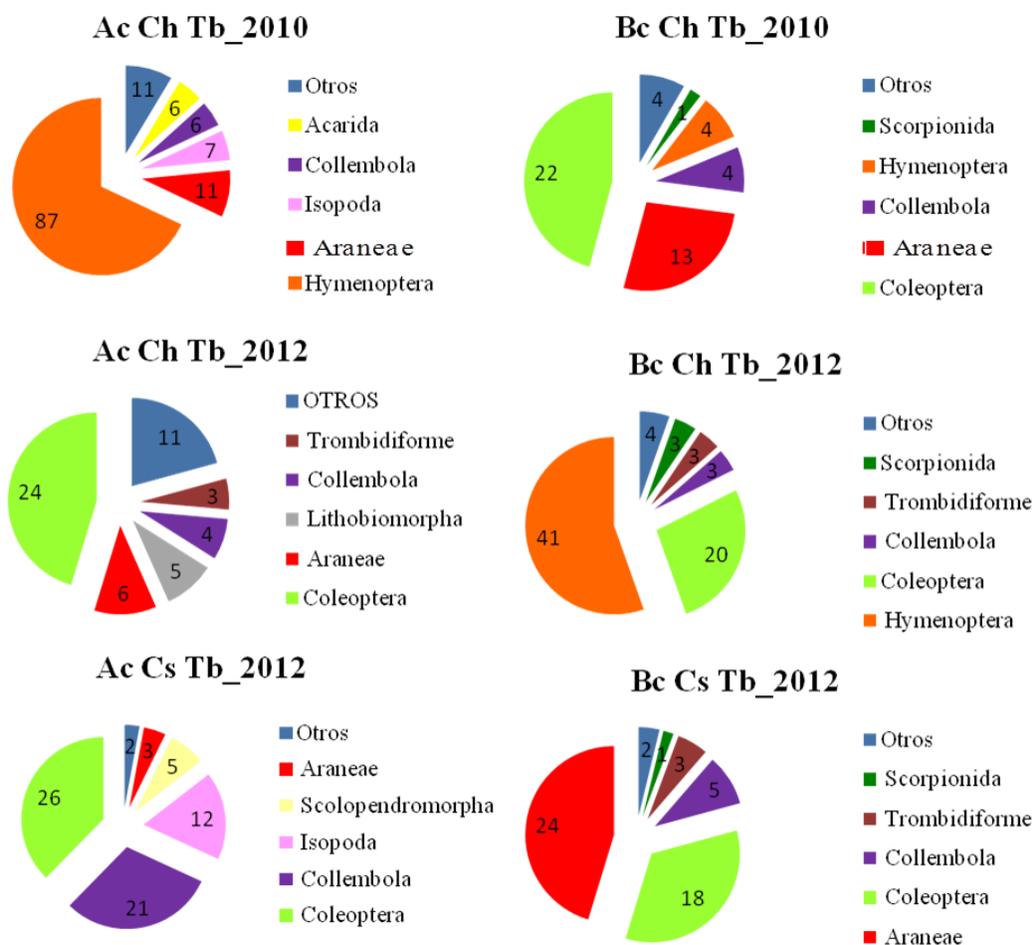


Figura 13. Número de individuos por orden de artrópodos registrados para *T. butzii* en cada uno de los ambientes y temporadas de colecta durante los años 2010 y 2012. Ac.- Acahual y Bc.- Bosque conservado. Ch.- Temporada cálida-húmeda Cs.- temporada cálida seca.

En *T. butzii*, durante las colectas del año 2010, hay diferencias en la composición de los dos ambientes. En el acahual el orden mejor representado fue Himenóptera, debido a la abundancia de hormigas, y en el bosque conservado fue Coleoptera. Durante las colectas del 2012 el orden mejor representado en el acahual para ambas temporadas, resultaron ser los coleópteros. Sin embargo, en el bosque conservado durante la temporada cálida-húmeda el orden más representativo fue Himenóptera (principalmente hormigas) y en la temporada cálida-seca el orden mejor representado fue Araneae.

En la figura 14 se muestran las ordenes halladas en *T. kirchhoffiana* en el acahual y bosque conservado durante la temporada cálida-húmeda y cálida seca del 2010 y 2012. Se encuentran representadas por el número de individuos que presentó cada una de las órdenes.

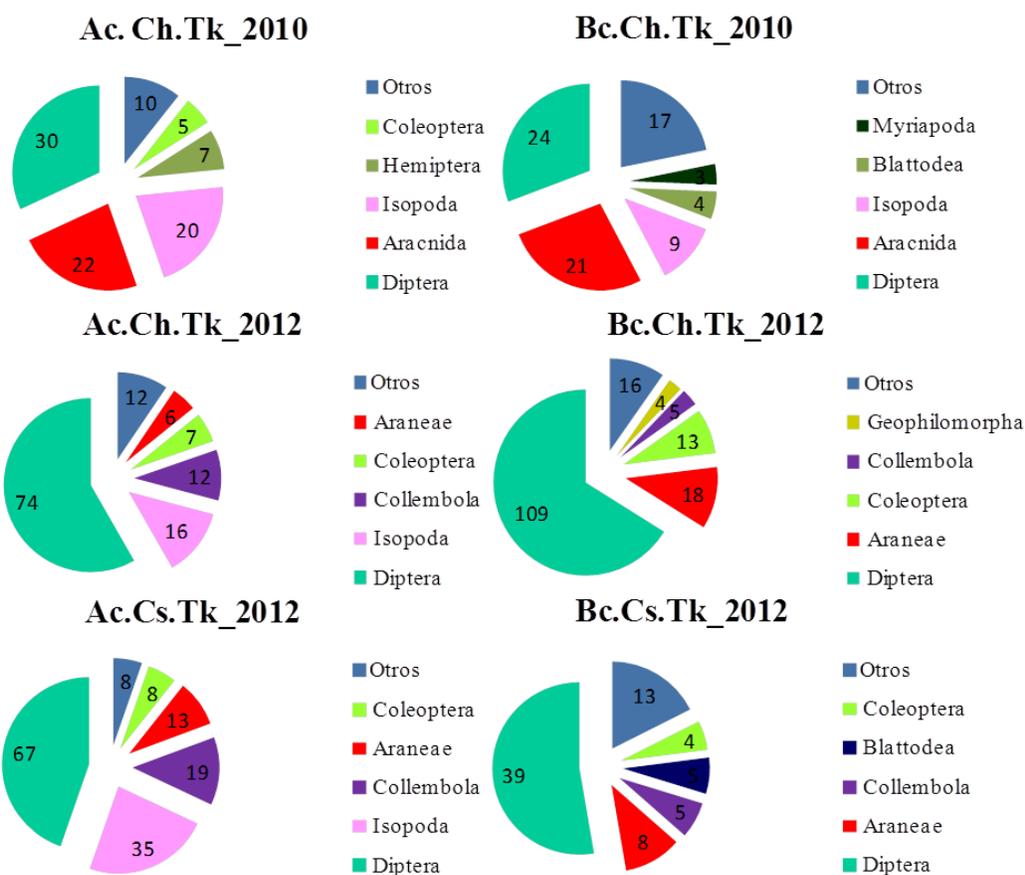


Figura 14. Número de individuos por orden de artrópodos registrados para la *Tillandsia kirchhoffiana* en cada uno de los ambientes y temporadas de colecta durante los años 2010 y 2012. . Ac.- Acahual y Bc.- Bosque conservado. Ch.- Temporada cálida-húmeda Cs.- temporada cálida seca.

En *T. kirchhoffiana*, durante las colectas del año 2010 y 2012 el orden que siempre estuvo mejor representado, en ambos ambientes y temporadas fue Díptera, no obstante durante la temporada cálida-húmeda del año 2010 este mismo orden tiene una menor proporción, seguida por el orden Araneae, el cual representa casi la misma proporción que el primer orden.

En la figura 15 se muestran los ordenes hallados en *T. multicaulis* en el acahual y bosque conservado durante la temporada cálida-húmeda (Ch) y cálida seca (Cs) del año 2010 y 2012.

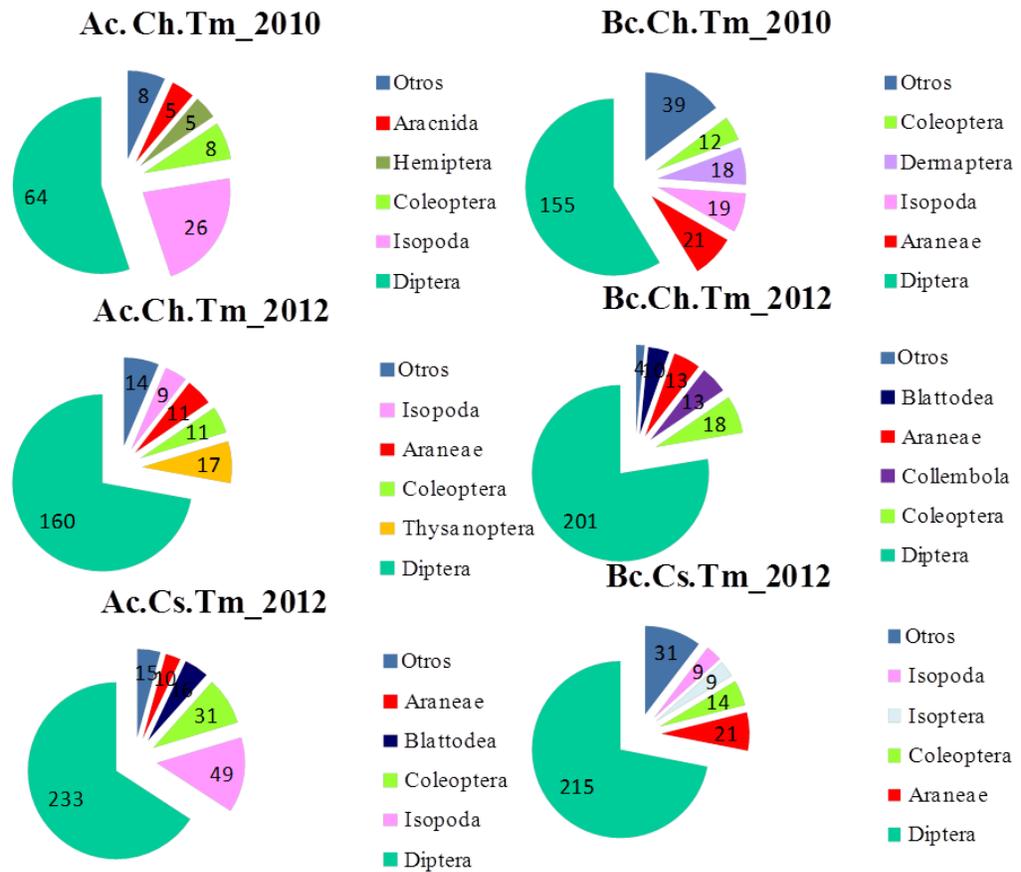


Figura 15. Número de individuos por orden de artrópodos registrados para *T.multicaulis* en cada uno de los ambientes y temporadas de colecta durante los años 2010 y 2012. Ac.- Acahual y Bc.- Bosque conservado. Ch.- Temporada cálida-húmeda Cs.- temporada cálida seca.

En *T. multicaulis*, durante las colectas del año 2010 y 2012 al igual que para *T. kirchhoffiana*, el orden que siempre estuvo mejor representado, en ambos ambientes y temporadas fue Díptera. Cabe mencionar que este orden se registró, en su mayoría, en un estado larvario; lo que explica su abundancia y alta representatividad en general dentro de las dos especies con una roseta tipo tanque.

### 7.7 Abundancia de individuos en las familias colectadas

Del total de las familias encontradas para cada una de las temporadas de colecta del año 2012, resaltan, por el número de individuos, la familia Formicidae (Hormigas),

Entomobryidae (colémbolos), Oniscidea (cochinillas de la humedad), Thripidae (trips) y Clubionidae (arañas) en la temporada cálida-húmeda. Mientras que para la temporada cálida-seca, las familias que presentaron un mayor número de individuos fueron Oniscidea (Cochinillas de la humedad), Entomobryidae (colémbolos), Clubionidae (arañas), Blattellidae (cucarachas) y Anyphaenidae (arañas), anexo 1.

Cabe destacar que del total de 79 familias, únicamente 11 representaron más de una morfoespecie. Estas once familias son: Clubionidae, Gnaphosidae, Salticidae (Orden Araneae), Blattellidae (Orden Blattodea), Carabidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Staphylinidae (Orden Coleoptera), Ceratopogonidae (Orden Diptera), Pentatomiidae (Orden Hemiptera) y Formicidae (Orden Hymenoptera).

Del total de las familias encontradas para cada uno de los ambientes de colecta durante la temporada cálida-húmeda 2010, resaltan, por el número de individuos que presentó cada una, la familia Formicidae (Hormigas), Oniscidea (cochinillas de la humedad) y Clubionidae (arañas) (Anexo 1).

### **7.8 Riqueza de morfoespecies por familia**

Se identificaron en total 88 familias en los dos años de colecta, de las cuales sólo se comparten 20 familias entre las tres temporadas (Ch-2010, Ch-2012, Cs-2012). De las 74 familias registradas en las colectas del año 2012, sólo se compartieron 28 entre temporadas. Entre el acahual y el bosque se compartieron 24 de 36 familias durante la temporada cálida-seca del año 2012 y 25 de 43 durante la temporada cálida-húmeda del año 2012. Entre las colectas de la temporada cálida-húmeda de los años 2010 y 2012 se comparten 27 familias (Figura 16).

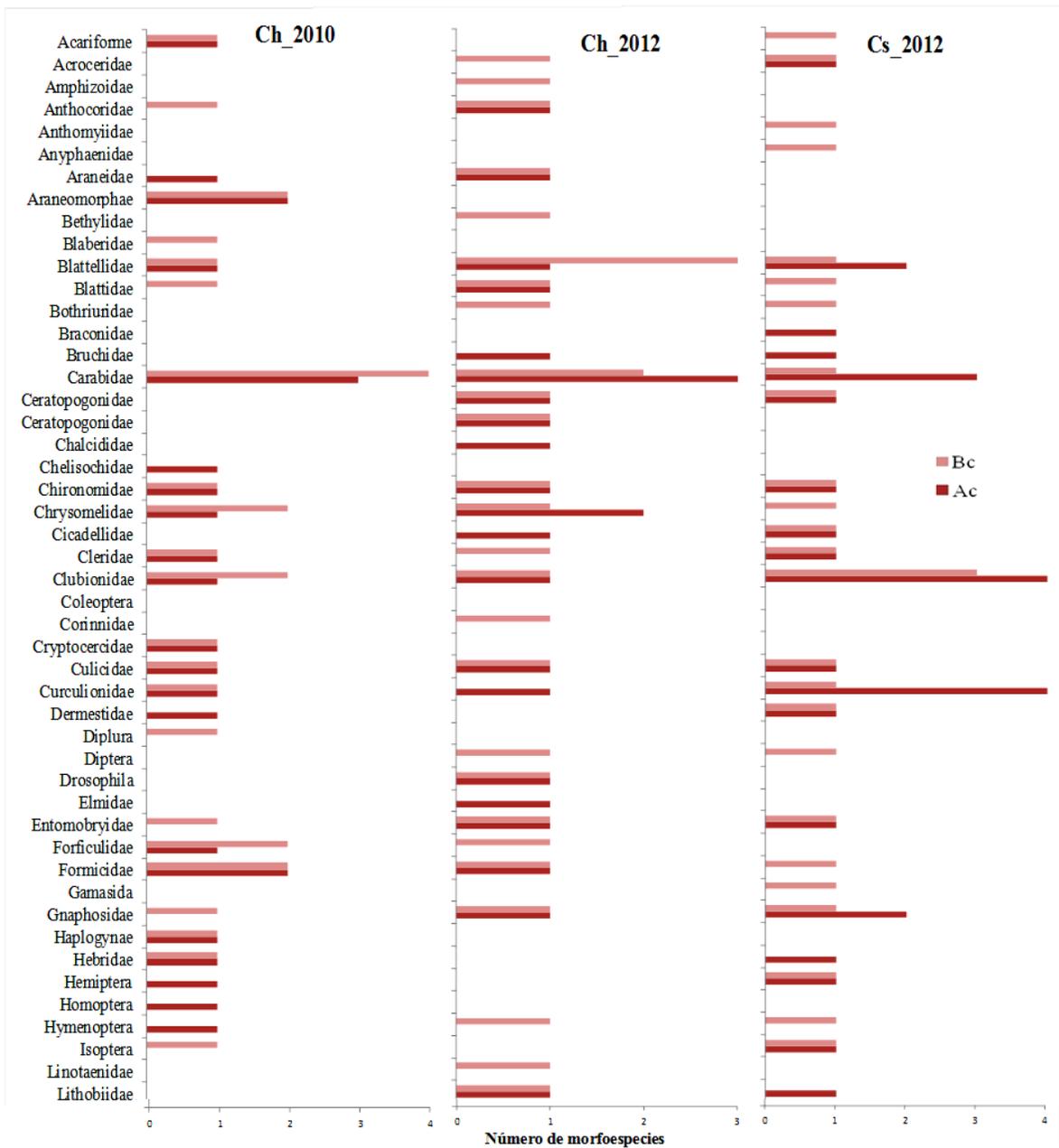


Figura 16.- Número de morfoespecies por familia registradas en el acahual y bosque durante la temporada cálida-húmeda del año 2010 y las temporadas cálida-húmeda y cálida-seca del año 2012.

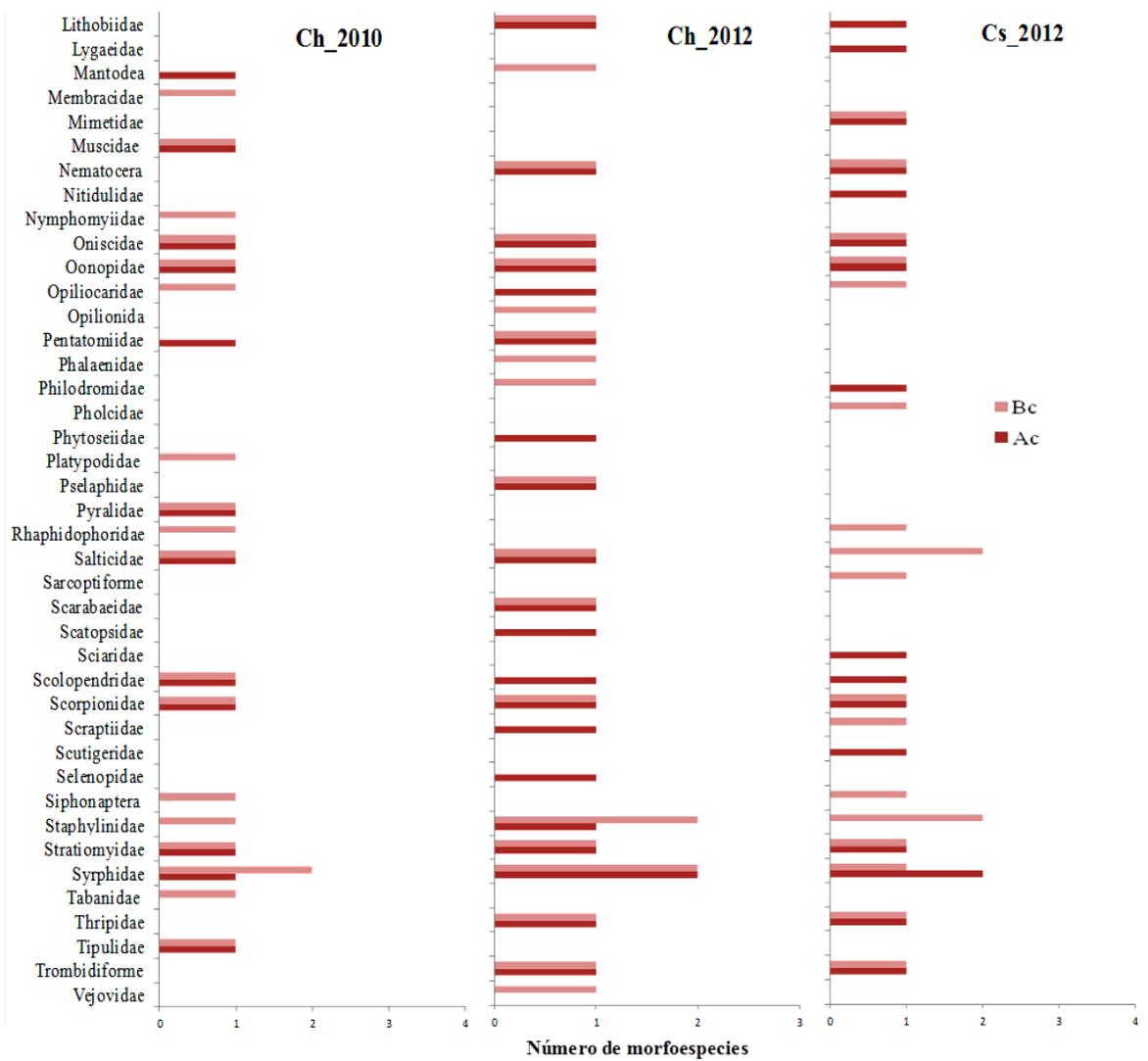


Figura 16.- Continuación.

## 7.9 Gremios alimenticios

Con base en la literatura especializada se encontraron los siguientes gremios: Depredadores, micófagos, parásitos, degradadores, omnívoros, fitófagos (Cuadro 7).

Cuadro 7.- Estatus y gremios alimenticios de los artrópodos colectados durante el estudio.

Clase	Orden	Nombre común	Gremio	
<b>ACARIFORME</b>	Prostigmata	Acaros	Depredadores, micófagos y parásitos	
	Sarcoptiforme	Acaros	Micófagos	
<b>PARASITIFORME</b>	Trombidiforme	Acaros	Depredadores, micófagos y parásitos	
	Opilioacaridae	Acaros	Micófagos, depredador	
	Gamasida	Acaros	Depredadores	
	Collembola	Colémbolos	Degradadores-depredadores	
<b>ENTOGNATHA ARACHNIDA</b>	Araneae	Arañas	Depredadores	
	Opiliona	Arañas	Depredadores	
	Scorpionida	Escorpiones	Depredadores	
<b>INSECTA</b>	Blattaria	Cucarachas	Omnivoros	
	Coleoptera	Escarabajos	Fitófagos, depredadores, micófagos	
	Dermaptera	Tijerillas	Depredadores	
	Diptera	Moscas	Degradador, fitófago	
	Hemiptera	Chinches	Depredadores, fitofagos	
	Homoptera	Pulgones	Fitófagos	
	Hymenoptera	Avispas, hormigas	Fitófago, parásitos	
	Mantodea	Mantis	Depredadores	
	Isoptera	Termitas	Herbívoros	
	Lepidoptera	Mariposas, polillas	Fitófagos	
	Orthoptera	Grillos	Fitófagos	
	Siphonaptera	Pulgas	Parasito	
	Thysanoptera	Trips	Fitófagos, micófagos, depredadores	
	<b>CHILOPODA</b>	Geophilomorpha	Milpiés	Depredadores
		Lithobiomorpha	Cienpiés	Depredadores
		Scutigermorpha	Milpiés	Depredadores
Scolopendromorpha		Milpiés	Depredadores	
<b>MALACOSTRACA</b>	Isopoda	Cochinillas	Degradadores, fitófagos	
<b>DIPLURA</b>	Diplura	Diplura	Omnivoros	

Las curvas de rango abundancia representan la abundancia de cada gremio frente al rango que ocupa en cada una de las especies de *Tillandsia*. Estas gráficas se ajustan a diferentes modelos de distribución de la abundancia. En este caso las tres curvas se ajustan al modelo Log normal, el cual se basa en la idea de que el número de individuos por especie sigue una distribución normal, con muchas especies con valores intermedios y pocas especies muy

poco o muy abundantes (Figura 17). En el cuadro 8 se muestra también el gremio más abundante en cada una de las especies de *Tillandsia*.

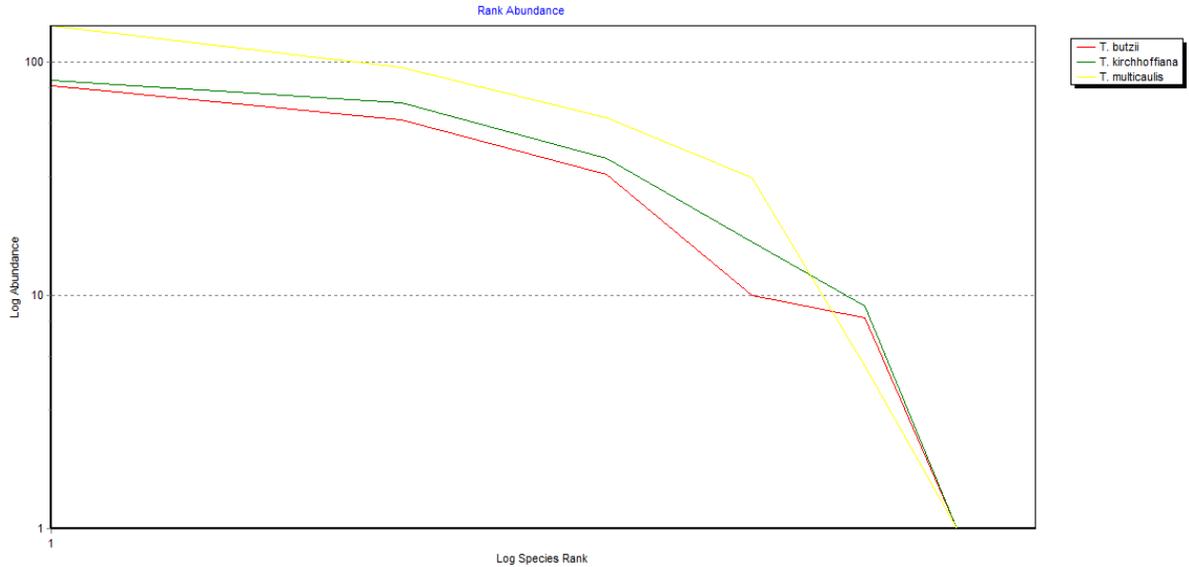


Figura 17.- Curvas de rango abundancia sobre el número de individuos por gremio presente en las tres especies de *Tillandsia*.

Cuadro 8.- Gremio más abundante por especie de bromelia y modelo al que se ajusta la curva de rango abundancia.

<b>Especie</b>	<b>Modelo</b>	<b>Gremio más abundante</b>
<i>T. butzii</i>	log normal	Depredadores
<i>T. kirchhoffiana</i>	log normal	Depredadores
<i>T. multicaulis</i>	log normal	Omnívoros

Se observa que *T. multicaulis* es la única que presenta como gremio más abundante a los omnívoros, en este caso representado por individuos de las órdenes Blattaria en estadio adulto y Díptera en sus estados inmaduros. La mayoría de los depredadores presentes en *T. butzii* son arácnidos, coleópteros y miriápodos al igual que en *T. kirchhoffiana*.

## 8 DISCUSIÓN

En este trabajo se abordó la diversidad de macroartrópodos hallados en tres especies de bromeliáceas: *Tillandsia butzii*, *T. multicaulis* y *T. kirchhoffiana*, con base en la riqueza y abundancia de las morfoespecies y su posible relación con las temporadas (Ch y Cs) y los ambientes de colecta (Bc y Ac).

### **Riqueza y abundancia total de individuos**

Los artrópodos se han reportado como dominantes en la comunidad de invertebrados asociados a algunas especies de *Tillandsia*, *Vriesea* y *Guzmania* (Richardson *et al.* 2000, Armbruster *et al.* 2002, Castaño-Meneses 2002, López y Casanova 2002, Stuntz *et al.* 2002). Frank y colaboradores (2004) encontraron, en Florida, dentro de 24 plantas de *T. utriculata* y *T. fasciculata*, 432 y 327 individuos de artrópodos, respectivamente. En el presente trabajo se registró un total de 2,617 individuos y 117 morfoespecies en las 240 bromelias colectadas. Estos datos superan lo registrado por Mestre *et al.* (2001) quienes reportan al sur de Brasil un total de 1,639 individuos, la mayoría en estado inmaduro y en un total de 36 individuos de la bromeliácea *Vriesea inflata*, la cual tiene un tanque abierto. Sin embargo, en este estudio, a pesar de colectar un número menor de bromeliáceas, se consideraron individuos tanto epífitos como terrestres, lo cual influye en la presencia de un mayor número de morfoespecies que podrían ser exclusivas del estrato terrestre.

Por otro lado, en el presente trabajo el número de individuos (2,617) y de morfoespecies es menor en comparación con los datos obtenidos por Armbruster *et al.* (2002), donde reportaron 11,219 individuos y 354 morfoespecies colectadas en 209 bromelias tipo tanque, cabe resaltar que este trabajo se realizó en la región amazónica del Ecuador. Igualmente en el trabajo de Stuntz *et al.* (2002) realizado en Barro Colorado, Panamá, se reportaron una mayor cantidad de individuos (3,694 artrópodos pertenecientes a 89 morfoespecies) para una colecta de sólo 90 individuos de plantas epífitas de tres distintas especies con morfologías y tamaños distintos. La diferencia entre el presente trabajo y el de los autores mencionados se debe, entre otros factores a las diferentes especies de bromelias con las que se trabajaron, el número de individuos colectados por especie y la región del estudio.

Es importante tener lo anterior en cuenta puesto que cada especie tiene diferente tamaño y morfología de su roseta, lo que influye en la riqueza y abundancia de los artrópodos dentro de estas plantas. En este trabajo no queda duda de que la morfología y el tamaño de la roseta son determinantes ya que son características que deben contemplarse en los estudios de diversidad artrópoda asociada a este tipo de plantas.

Otro factor es el tipo de vegetación, combinado con características climáticas y geográficas en la que se desarrollaron cada uno de los diferentes estudios ya que, seguramente están asociados con la riqueza de los macroartrópodos encontrados. En el presente trabajo aunque el número total de individuos presentes tanto en el bosque como en el acahual no difieren mucho, es notable la diferencia que existe, sobre todo en la especie de *Tillandsia multicaulis* en cuanto al número de individuos, especialmente en estado inmaduro, que presenta en uno y otro ambiente.

En este trabajo las tres especies seleccionadas presentan tamaños, morfologías y volúmenes distintos, este aspecto se ve reflejado en la cantidad de individuos que, en promedio, mantuvo cada especie a lo largo de las colectas realizadas. En el caso de *T. butzii* (pseudobulbo con el menor volumen de la roseta) el promedio de individuos encontrados por planta fue de 6.2 mientras que para *T. kirchhoffiana* (tanque cerrado y con un volumen de roseta mayor) fue de 8.9 y para *T. multicaulis* (tanque abierto y con el mayor de los volúmenes) fue de 19.6. A pesar de la capacidad que *T. butzii* tiene para albergar casi el mismo número de individuos que *T. kirchhoffiana*, sin embargo es porque *T. butzii* tiene una estrecha relación con las hormigas, las cuales se registraron con mucha frecuencia en estas plantas. La mayor diferencia se observa con *T. multicaulis*, que registra más del doble de individuos por planta. Estos datos reflejan la capacidad que cada uno de los diferentes tanques de las bromelias tiene para albergar cierto número de artrópodos.

### **Abundancia de individuos colectados en estado adulto y larvario**

En algunos estudios como el de García-Jarquín (2008) se optó por excluir de los análisis a los individuos colectados en estado inmaduro, esto por la dificultad que se tiene para llegar a una determinación precisa a niveles inferiores al orden o familia. Sin embargo, en este trabajo, con el único fin de contrastar las abundancias, se representa la proporción de individuos colectados tanto en estado adulto como en un estado larvario.

En general, el 54.9% de los individuos se colectaron en estado inmaduro. Al igual que en los estudios de Ospina-Bautista (2004) y Liria (2007), las larvas más abundantes resultaron ser de dípteros, los cuales se hallaron en el agua contenida dentro de las bromelias; esto debido a que este tipo de insectos necesita agua para su etapa de desarrollo larvario y tienen una vida corta en estado adulto. Por lo tanto, en este trabajo este grupo fue representado casi exclusivamente por individuos en estado inmaduro, lo que refleja una vez más lo importantes que son estas plantas como reservorio de especies de un grupo muy importante dentro de los artrópodos (Frank, 1983).

Aunque se presentaron artrópodos en estado inmaduro en las tres especies de *Tillandsia*, la que tuvo mayores abundancias siempre fue *T. multicaulis*, seguida por *T. kirchhoffiana* y por último *T. butzii*, esta última planta no presentó larvas de dípteros, pero sí larvas de coleópteros, los cuales son individuos que en esa etapa de desarrollo no necesitan un lugar estrictamente húmedo.

En cuanto a la temporada, se registraron mayores proporciones de individuos en estado larvario durante las dos temporadas (Ch y Cs) del año 2012 que en la temporada Ch del año 2010. Estas diferencias muy probablemente se deban a que el año 2012 en especial registró una precipitación promedio de 224.2 mm mensuales en esta zona de estudio, mientras que el año 2010 resultó mucho más seco, con precipitaciones promedio de 112.25 mm mensuales (CONAGUA, 2011).

### **Diferencias entre especies y temporadas**

En la única temporada de colecta del año 2010, temporada cálida-húmeda, no se presentaron diferencias significativas entre las abundancias de los individuos adultos colectados en los dos ambientes. Sin embargo, se observa un ligero incremento de las

abundancias en *T. multicaulis* dentro del bosque conservado, así como en *T. butzii* en el acahual, esta última debido a que se encontraron varias hormigas en algunas de las plantas colectadas. En cuanto a los individuos en estado larvario se observan diferencias significativas para *T. multicaulis* en el bosque conservado, lo cual indica que esta planta, dentro del bosque y en temporada cálida-húmeda, puede albergar una gran cantidad de individuos en estado larvario.

El mayor número de individuos de artrópodos se registró casi siempre en la temporada cálida-seca en *T. multicaulis*, tanto para el acahual como para el bosque. Esto es consistente con los trabajos de Murillo *et al.* (1983), Mestre *et al.* (1983), Ingunza (1995) y Liria (2007), quienes encontraron que la mayor abundancia y riqueza de artrópodos, así como la predominancia de individuos inmaduros del Orden Díptera se registra también en el periodo de sequía. Lo anterior coincide, en parte, con la primera hipótesis que se plantea en este trabajo, en donde se propone que hay una mayor número de artrópodos en la temporada cálida-seca, además de ser menor y menos variada en la especie con tanque pequeño y bulboso *Tillandsia butzii*, y mayor y más variada en la especie más grande y con tanque abierto *T. multicaulis*.

En un periodo con pocas lluvias, la falta de agua en el ambiente obliga a los macroartrópodos a buscar un refugio húmedo en donde puedan resguardarse y conseguir alimento. Es muy posible que, dentro del bosque, las bromelias tanque sean uno de los pocos lugares en donde se encuentren tales condiciones. En este sentido, *T. multicaulis*, muestra diferencias en cuanto al número de individuos adultos durante la temporada cálida-seca en el acahual, lo que la resalta como una especie importante dentro de este ambiente y en especial durante esta temporada.

En las otras dos especies de bromelias se mantienen muy similares las abundancias de individuos durante las dos temporadas y ambientes, esto puede ser, en el caso de *T. butzii* porque no es una bromelia tipo tanque y la cantidad de humedad que puede almacenar es mínima por lo que mantiene cierta estabilidad en la humedad que mantiene a lo largo del año. En el caso de *T. kirchhoffiana* son plantas con un tanque menos abierto que *T.*

*multicaulis* y por lo tanto la evaporación del agua puede ser menor, lo que también podría explicar que presente menos variaciones en la abundancia entre las temporadas.

Si consideramos únicamente a los individuos en estado inmaduro podemos observar mayores diferencias en términos de riqueza para bromelias en diferentes temporadas. El mayor número de larvas se presentó en la especie con el tanque más grande y con mayor posibilidad de almacenar agua (*T. multicaulis*), lo cual es consistente con el hecho de que más del 90% de las larvas halladas pertenecen al orden Díptera, grupo de insectos que en su fase larvaria necesitan obligadamente un medio líquido para subsistir (Sodré *et al.*, 2010).

Por otro lado, al no mostrarse diferencias en el número de individuos adultos registrados entre las *Tillandsia* ni entre los ambientes durante la temporada de colecta cálida-húmeda del año 2010 y la temporada del año 2012, permite considerar que existe cierta estabilidad en la comunidad de artrópodos presentes en una misma temporada de años distintos, lo cual concuerda con la tercera hipótesis que plantea este Sin embargo, para los individuos registrados en estado inmaduro se observan diferencias entre los dos años, presentando mayor abundancia en individuos las colectas del año 2012.

En los ambientes no se observaron patrones claros sobre la riqueza presente en el bosque o en el acahual. Sin embargo, se observan ligeras diferencias entre el número de morfoespecies presentes en el bosque conservado durante las dos temporadas cálida-húmedas, las cuales registraron alrededor de 10 morfoespecies más que en el acahual. Esto no sucede en la temporada cálida-seca, en donde esta diferencia se vuelve imperceptible.

Si analizamos la cantidad de morfoespecies que se registraron en cada una de las especies de *Tillandsia*, notaremos diferencias muy poco notables entre uno y otro ambiente Esta condición nos hace rechazar la segunda hipótesis que se plantea en este trabajo y nos sugiere que la fauna artrópoda es muy adaptable a los ambientes contrastantes de este tipo, además de ser un grupo que prospera sin comprometer gravemente su diversidad bajo este tipo de condiciones ambientales.

## Composición

En términos generales los órdenes de mayor riqueza fueron Araneae y Coleoptera seguidos por Hemiptera y Díptera, lo cual coincide con autores como Murillo (1983), Mestre *et al.* (2001) y Rojas y Casanova (2002). Los coleópteros son un orden muy rico y esto se debe a que es el orden más grande dentro de los insectos, ya que contiene cerca del 40% de las especies conocidas (Triplehorn y Johnson, 2005). En este sentido, los resultados son similares a lo reportado por Beutelspacher (1999) quien también encontró a Coleóptera como el orden más abundante en la bromelia tanque *A. bracteata*, en la selva alta de Los Tuxtlas, Veracruz. El orden Araneae además de ser un grupo muy grande de arácnidos, es un grupo con una amplia distribución. Está constituido en su mayoría por depredadores, es por eso que dentro de las rosetas de las bromelias encuentran, además de refugio, una buena fuente de alimento (Stuntz 2002; Triplehorn y Johnson, 2005).

Por su parte el orden Hemiptera, conocidos como insectos verdaderos o chinches, son un grupo de amplia distribución y que son tanto depredadores como fitófagos, lo que también explica su alto número dentro de las bromelias, en donde encuentran gran variedad de alimento. Para el caso del orden Diptera, al igual que en los estudios de Ospina-Bautista (2004) y Liria (2007), los dípteros encontrados en estado larvario, ocuparon los primeros lugares por su abundancia, estos individuos se hallaron básicamente en el agua contenida dentro de las bromelias; debido a que este tipo de insectos necesita agua para su desarrollo larvario y tienen una vida corta en estado adulto (Guillott, 2005). Los dípteros aquí registrados, además de presentar abundancias mayores a otras órdenes, presentaron 15 familias: Acroceridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Culicidae, Syrphidae, Anthomyiidae, Tipulidae, Drosophila, Stratiomyidae, Nematocera, Muscidae, Scatopsidae, Sciaridae, Tabanidae y Nymphomyiidae, únicamente una familia menos que el orden Coleóptera.

Algunas familias destacaron por el número de individuos presentes, esto como consecuencia de sus altas tasas reproductivas (es el caso de los colémbolos de la familia Entomobryidae) o por su comportamiento colonial (en el caso de Formicidae), ambas familias de hormigas asociadas a *T. butzii*, del género *Camponotus*.

Tomando en cuenta que entre las tres temporadas de colecta (Ch-2010, Ch-2012, Cs-2012) se compartieron únicamente 20 de las 88 familias, se puede sugerir que los cambios ambientales de las diferentes temporadas de colecta y los diferentes tipos de vegetación, representan un factor importante en la composición de la fauna asociada a estas bromelias.

Si tenemos presente que la presencia de los organismos en las epífitas es debida a la disponibilidad de nutrientes que se acumulan o retienen en ellas (Richardson *et al.*, 2000), es muy probable que además de los cambios ambientales en las temporadas, la presencia de algunas familias se restrinja por la acumulación y disponibilidad de materia orgánica y agua que pueda haber en la roseta de las diferentes bromelias. Se debe tener en cuenta que dentro del mismo estrato de un dosel existen variaciones microclimáticas drásticas que también surgen efecto en la composición de algunas especies de artrópodos.

A nivel de orden, los taxa aquí encontrados ya habían sido registrados en otras bromelias (Murillo *et al.*, 1983; Mestre *et al.*, 2001; Stuntz, 2001 y Armbruster *et al.*, 2002). En Coleoptera; las familias Curculionidae, Carabidae y Staphylinidae fueron reportadas por Mestre *et al.*, (2001) y la familia Formicidae del orden Hymenóptera (Mestre *et al.*, 2001; Stuntz *et al.*, 2002); dentro del orden Diptera: Ceratopogonidae, Culicidae, Chironomidae y Syrphidae han sido registrados por Richardson (1999), Richardson *et al.* (2000) y Mestre *et al.* (2001) y que al igual que en este trabajo, han sido reportados en estado de larva.

En este trabajo se observan algunas diferencias entre los órdenes presentes en las tres especies de *Tillandsia*, por ejemplo las ordenes Scolopendromorpha y Lithobiomorpha (milpiés) y Trombidiforme (ácaros) resultaron exclusivas de *T. butzii*, así como las ordenes Thysanoptera (trips), Dermaptera (tijerillas) e Isoptera (termitas) para *T. multicaulis* o Geophilomorpha (milpiés) para *T. kirchhoffiana*.

En general la composición se mantiene similar entre las temporadas y ambientes de colecta, sin embargo, entre las especies de bromelias, especialmente entre *T. butzii* con las otras dos bromelias existen diferencias en las abundancias de las órdenes registradas. Un ejemplo de esto es la abundancia de individuos del orden Hymenóptera (especialmente hormigas) en *T. butzii* en la temporada cálida-húmeda tanto en bosque como en el acahual y aunque este grupo se registró también para las otras especies de bromelias, no figura dentro de los cinco

principales ordenes. En cambio el orden Díptera es el mejor representado tanto para *T. multicaulis* como para *T. kirchhoffiana* aunque ambas especies mantienen diferentes abundancias, siendo notablemente mayor en *T. multicaulis* lo cual no resulta sorprendente por la capacidad y tamaño de su tanque.

## 9. CONCLUSIONES

En general, se encontraron 2,617 individuos de macroartrópodos, 28 órdenes, 88 familias y 117 morfoespecies.

La riqueza y abundancia de macroartrópodos fueron distintas biológicamente entre las tres especies de bromelias, y siempre resultaron mayores en *T. multicaulis* y *T. kirchhoffiana* que en *T. butzii*, siendo los cuatro órdenes con mayor riqueza y abundancia de macroartrópodos Araneae, Coleoptera, Hemiptera y Diptera.

La relación temporada-ambiente de colecta no fue significativa estadísticamente en la riqueza y abundancia de macroartrópodos. La riqueza de morfoespecies no presentó un patrón claro de variación estacional, sin embargo entre las especies de *Tillandsia* hubo especificidad (morfoespecies únicas) para las dos temporadas de colecta.

En cuanto a la abundancia de macroartrópodos no hubo diferencias entre el acahual y el bosque, pero sí entre las temporadas. La mayor riqueza de morfoespecies se encontró durante la temporada cálida-seca en el bosque conservado y asociada a *T. multicaulis*.

Las bromelias tipo tanque ofrecen un microhábitat para una diversa fauna artrópoda, la cual se encuentra estrechamente relacionada a las bromelias debido a que llevan a cabo, al menos, una parte de su ciclo de vida dentro de estas plantas. Los resultados de este trabajo presentan evidencia de la gran riqueza y abundancia de macroartrópodos que se albergan dentro de *T. butzii*, *T. kirchhoffiana* y *T. multicaulis*, por lo que estas especies pueden considerarse como un modelo para estudios sobre la diversidad de macroartrópodos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Armbruster, P., R. A. Hutchinson y P. Cotgreave. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos* 96: 225-234.
- Aguirre-León, E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. *Selbyana* 13: 72-76.
- Benzing, D. H. 1987. Vascular epiphytes: Taxonomic participation and adaptive diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 183-204.
- Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press, New York.
- Benzing, D. H. 2000. Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University Press.
- Beutelspacher, B. C. R. 1972. Fauna de *Tillandsia caput-medusae* E. Morren 1880 (Bromeliaceae). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 43: 25-30.
- Beutelspacher, B. C. R. 1999. Bromeliáceas como Ecosistemas: con especial referencia a *Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb. 1<sup>ra</sup> edición. Plaza Valdés Editores. México.
- Borror, D. J. y R. E. White. 1970. The Peterson field guide series. A field guide to the insects: America North of Mexico. Houghton Mifflin Company, E. U. A.
- Borror, D. J., D. M. De Long y C. A. Triplehorn 1981. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. New York, 5<sup>th</sup> ed.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn y N. F. Johnson. 1992. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. Orlando, Florida.
- Brown, S. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.
- Campos-Serrano, J. 2012. Dinámica de comunidades de artrópodos asociados a epífitas fitotelmata artificiales en Zapotitlán de las salinas, Puebla. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Ceja-Romero, J., S. A. Espejo, A. R. López-Ferrari, J. C. García, M. A. Ruiz y G. B. Pérez. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91: 35-41.
- Cruz-García, S., I. Garrido-Jiménez y C. T. Hornung-Leoni. 2010. Las bromelias como importantes fitotelmata. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y Suculentas* 7: 8-10.
- CONABIO. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México. 197 pp.
- CONAGUA. 2011. Estación climatológica mesa de Gómez, Mpio. San Andrés Tlalnelhuayocan, Ver. Comisión Nacional del Agua. Xalapa. México.
- Dahlgren, R. M. T., H. T. Clird y P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons, structure, evolution and taxonomy. Berlin, Springer-Verlag.

- Daly, H. V., T. Doyen y A. H. Purcell. 1998. Introduction to insect biology and diversity. 2<sup>a</sup> ed. Oxford University Press, New York. 680 pp.
- De Buen, B. A. 1953. Observaciones ecológicas sobre mosquitos de El Ajenjibre, Puebla, México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México 24: 177-204.
- Dejean, A., I. Olmsted y R. R. Snelling. 1995. Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Ka'an Reserve, Quintana Roo, Mexico. Biotropica 27: 57-70.
- Erwin, D. H. 1993. The great Paleozoic crisis: life and death in the Permian. Columbia University Press, New York. 327pp.
- Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari e I. Ramírez-Morillo. 2005. Bromeliaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 136: 1-307.
- Fish, D. 1983. Phytotelmata: Flora and fauna. En: Frank J. H. y L. P. Lounibos, (Eds). Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities, pp. 1-27. Plexus publishing, New Jersey.
- Flores-Palacios, A., J. G. García-Franco, S. Valencia-Díaz, L. Solís-Montero y A. Cruz-Angón. 2011. Diversidad y conservación de plantas epífitas vasculares en el centro del Estado. En: CONABIO (Eds.). La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado, pp. 493-501. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F.
- Footitt, R. G. y P. H. Adler (Eds). 2009. Insect biodiversity: science and society. United Kingdom:Wiley-Blackwell, 632 pp.
- Frank, J. H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. En: Frank J. H. and L. P. Lounibos, (Eds). Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities, pp. 101-128. Plexus publishing, Medford, U.S.A., 293 pp.
- Frank, J. H. 1990. Bromeliads and mosquitoes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry. Entomology Circular 331: 1-2.
- Frank, J. H., S. Sreenivasan, P. J. Benschhoff, M. A. Deyrup, G. B. Edwards, S. E. Halbert, A. B. Hamon, M. D. Lowman, E. L. Mockford, R. H. Scheffrahn, G. J. Steck, M. C. Thomas, T. J. Walker y W. C. Welbourn. 2004. Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. The Florida Entomologist 87: 176-185.
- Frank, J. H. y L. P. Lounibos. 2008. Insects and allies associated with bromeliads: a review. Terrestrial Arthropod Reviews 1: 125-153.
- Franco, M. A. D. 2008. Diversidad de macroartrópodos en *Tillandsia carlo-hankii* Matuda y *Tillandsia oaxacana* L. B. Smith en un bosque de encino pino de Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.

- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 2ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García-Franco, J. G. 1986. Las bromelias de México. Revisión bibliográfica y de herbario. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- García-Jarquín, M. I. 2008. Macroartrópodos asociados a la bromelia *Tillandsia prodigiosa* (Lem.) Baker en dos localidades de Santa Catarina, Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- Gentry, A. y C. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gillott, C. 2005. Entomology. 3ª edición. Springer. Países Bajos. 783pp.
- Gómez, P. L. D. 1972. La biota bromelicola excepto anfibios y reptiles. *Historia Natural de Costa Rica* 1: 45-62.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2013. Portal de sistema de información municipal, Tlalnahuayocan. Cuadernillos municipales. Consultado el 20/ sep. /2013. Url:[http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/GobVerSFP/sfpPortlet/sfpPPortletsDifusion/CuadernillosMunicipales/2011\\_2013/tlalnahuayocan.pdf](http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/GobVerSFP/sfpPortlet/sfpPPortletsDifusion/CuadernillosMunicipales/2011_2013/tlalnahuayocan.pdf)
- Granados, M. C. 2005. Estudio taxonómico del género *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) en la Sierra de Juárez (Oaxaca, México). Tesis profesional. México, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel. 2005. Evolution of the insects. 1ª edición. Cambridge, New York. 772 pp.
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston. 2010. The insects: an outline of entomology. 4ª edición. Wiley-Blackwell. Londres. 584 pp.
- Gunnarson, B. 1990. Vegetation structure and the abundance and size distribution of spruce-living spiders. *Journal of Animal Ecology* 59: 743-72.
- Hammond, P. M. 1992. Species inventory. En: Groombridge, B. (Ed.), *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*, pp. 17-39. Chapman and Hall.
- Hernández-Sánchez, A. A. y J. G. García-Franco. 2006. Invertebrados asociados a la epífita *Tillandsia heterophylla* (Bromeliaceae) en ambientes estacionales y contrastantes del centro de Veracruz. *Entomología Mexicana* 5: 1026-1031.
- Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1994. Epífitas de Veracruz: guía ilustrada para las regiones de Xalapa y Los Tuxtlas, Veracruz. 1ª edición. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz. 229 pp.
- Hornung-Leoni, C. T., J. Márquez y J. Bueno-Villegas. 2011. Arthropods associated with *Tillandsia deppeana* (Bromeliaceae) from Hidalgo State, México, with three first states records of Coleoptera species. *Entomological news* 122: 469-477.
- Hornung-Leoni, C. T. 2011. Bromeliads: Traditional plant food in Latin America since prehispanic times. *Polibotánica* 32: 219-229.

- Hodkinson, I. D. y D. Casson. 1991. A lesser predilection for bugs: Hemiptera (Insecta) diversity in tropical rain forests. *Biological Journal of the Linnean Society* 43: 101-9.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2005. Portal de internet. Consultado el 10/Julio/2012. URL: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>.
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in a West African rainforest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59: 1-29.
- Krömer, T., M. Kessler, S. Gradstein y A. Acebey. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32: 1799-1809.
- Krömer, T., M. Kessler y R. S. Gradstein. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology* 189: 261-278.
- Lawton, J. H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28: 23-39.
- Macarthur, R. H. y E. O. Wilson. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton. 224 pp.
- Maguire, B. Jr. 1971. Phytotelmata: biota and community structure determination in plant-held waters. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 439-464.
- Majer, J. D. y H. F. Recher. 1988. Invertebrate communities in western Australian eucalypts: a comparison of branch clipping and chemical knockdown procedures. *Australian Journal of Ecology* 13: 269-78.
- May, R. M. 1988. How many species are there on earth? *Science* 241: 1441-1449
- Martínez-Meléndez, N., M. A. Pérez-Farrera y A. Flores-Palacios. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 56: 2069-2086.
- Mestre, M. L. A., J. M. R. Aranha y Ma. de L. P. Esper. 2001. Macroinvertebrate fauna associated to the bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil). *Biology and Technology* 44: 89-94.
- Mondragón-Chaparro, D. M. y I. G. Cruz-Ruiz. 2008. Seasonal variation of the macroarthropod community associated to *Tillandsia carlos-hankii* (Bromeliaceae) in an oak-pine forest in Oaxaca, Mexico. *Brenesia* 70: 11-22.
- Montes de Oca, E., G. E. Ball y J. R. Spence. 2007. Diversity of Carabidae (Insecta, Coleoptera) in epiphytic Bromeliaceae in central Veracruz, Mexico. *Environment Entomology* 36: 560-568.
- Montero, G., C. Feruglio e I. M. Barberis. 2010. The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. *Insect Conservation and Diversity* 3: 92-102.

- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1988. Entomología Práctica: Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, medica, forestal y ecológica de México. 1<sup>ra</sup> edición. Instituto de Ecología A. C., México.
- Murillo, R. M., J. G. Palacios, J. M. Labougle, E. M. Hentschel, J. E. Llorente, K. Luna, P. Rojas y S. Zamudio. 1983. Variación estacional de la entomofauna asociada a *Tillandsia* spp. en una zona de transición biótica. *Southwestern Entomologist* 8: 292-302.
- Nadkarni, N. M. y J. T. Longino. 1990. Invertebrates in canopy and ground organic matter in a neotropical montane forest, Costa Rica. *Biotropica* 22: 286-289.
- Nadkarni, N. M. 1994. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. *American Zoologist* 34: 70-78.
- Nieder, J., J. Prospero y G. Michaloud. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* 153: 51-63.
- Ospina-Bautista, F., J. V. Estévez-Varón, J. Betancurt y E. Realpe-Rebolledo. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Barker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. *Acta Zoológica Mexicana* 20: 153-166.
- Palacios-Vargas, J. G. y F. Janssens. 2006. Two new American species of *Paraxenylla* (Collembola: Hypogatruridae) and ecological notes. *Zootaxa* 1312: 37-47.
- Perry, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10: 155-157.
- Pianka, E. R. 1967. On lizard species diversity: North American flatland deserts. *Ecology* 48: 333-351.
- Price, P. W. 1997. *Insect Ecology*, 3<sup>ra</sup> edición. John Wiley & Sons Inc. New York. 874 pp.
- Ranker, T. A., D. E. Soltis y A. J. Gilmartin. 1990. Subfamilial phylogenetic relationships of the Bromeliaceae: evidence from chloroplast DNA restriction site variation. *Systematic Botany* 15: 425-434.
- Restrepo, C. y N. Gómez. 1998. Responses of understory birds to anthropogenic edges in a neotropical montane forest. *Ecological Applications* 8: 170-183.
- Richardson, B. A., M. J. Richardson, F. N. Scatena y W. H. McDowell. 2000. Effects of nutrient availability and other elevational changes on bromeliad populations and their invertebrate communities in a humid tropical forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 16: 167-188.
- Richardson, B. A. 1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica* 31: 321-336.
- Romero, G. Q., J. Vasconcelos-Neto. 2005. Spatial distribution and microhabitat preference of *Psecas chapoda* (Peckham & Pekham) (Araneae, Salticidae). *The Journal of Arachnology* 33: 124-134.

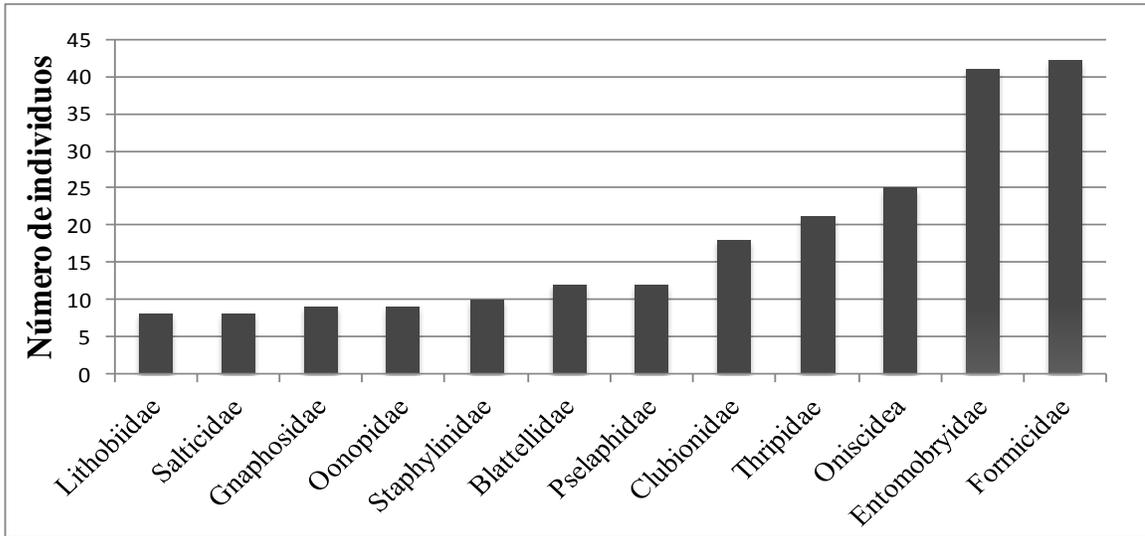
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Sandoval-Bucio, E. N., M. Flores-Cruz y A. Martínez-Bernal. 2004. Bromelias útiles de México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 49: 100-115.
- Schowalter, T. D. 2000. *Insect ecology: an ecosystem approach*. Academic Press. E. U. A. 650 pp.
- Schulze, E. D., E. Beck y K. Müller-Hohenstein. 2005. *Plant Ecology*. Springer Berlin, Alemania. 702 pp.
- Shaw, D. C. 2004. Vertical organization of canopy biota. En: Lowman, M. y H. Bruce Rinker (Eds.) *Forest Canopies*, pp. 73-101. Academic Press, San Diego, California.
- Sodré, V. M., O. Rocha y M. C. Messias. 2010. Chironomid larvae inhabiting bromeliad phytotelmata in a fragment of the Atlantic rainforest in Rio de Janeiro State. *Brazilian Journal of Biology* 70: 587-92.
- Speight, M., M. D. Hunter y A. D. Watt. 1999. *Ecology of Insects: Concepts and Applications*. Wiley-Blackwell, Londres. 360 pp.
- Stuntz, S. 2001. The influence of epiphytes on arthropods in the tropical forest canopy. Tesis doctoral, Universität of Würzburg, Alemania.
- Stuntz, S., C. Ziegler, S. Simon y G. Zotz. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18: 161-17.
- Stork, N. E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. *Journal of Tropical Ecology* 7: 161-80.
- Triplehorn, C. y N. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. 7ª edición. Estados Unidos de América. 888 pp.
- Varga, L. 1928. Ein interessanter Biotop der Biocönose von Wasserorganism. *Biologische Zentralblatt* 48: 143-162.
- Williams-Linera, G. 1992. La ecología del paisaje del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz. *Ciencia y Desarrollo* 18: 132-138.
- Williams-Linera, G., R. H. Manson y E. Isunza-Vera. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8: 73-89.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 208 pp.

- Wittman, P. K. 2000. The animal community associated with canopy bromeliads of the lowland Peruvian Amazon rain forest. *Selbyana* 21: 48-51.
- Wolf, J. y A. Flamenco. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México. *Journal of Biogeography* 30: 1689-1707.
- Zamora-Crescencio, P. y G. Castillo-Campos. 1997. Vegetación y flora del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz. *Textos Universitarios, Universidad Veracruzana*. Xalapa. México.
- Zotz, G. y V. Thomas. 1999. How much water is in the tank? Model calculations for two epiphytic bromeliads. *Annals of Botany* 83: 183-192.
- Zotz, G. y J. Andrade. 2002. La ecología y fisiología de las epífitas y hemiepífitas. En: M. R. Guariguata y G. H. Kattan. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, pp. 271-296. Libro Universitario Regional del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José. Costa Rica.
- Zotz, G. 2005. Vascular epiphytes in the temperate zones, a review. *Plant Ecology* 176: 173-183.
- Zotz, G. 2013. The systematic distribution of vascular epiphytes: a critical update. *Botanical Journal of the Linnean Society* 171: 453-481.

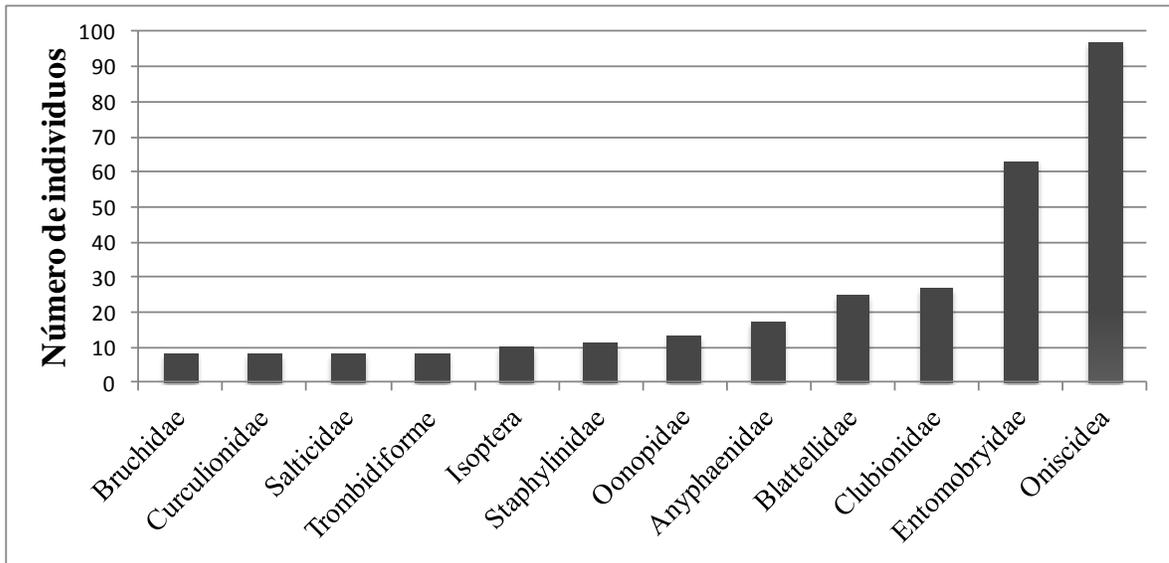
## 11. ANEXOS

### ANEXO 1.

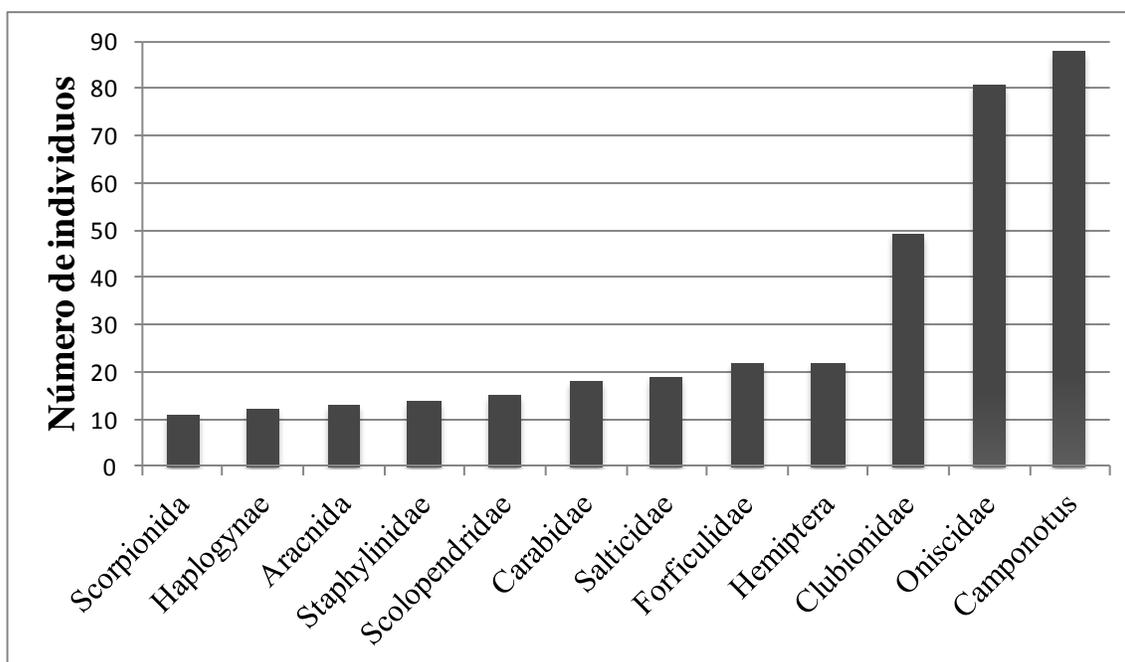
Principales 12 familias con mayor número de individuos registrados para la colecta de la temporada cálida-húmeda del año 2012.



Principales 12 familias con mayor número de individuos registrados para la colecta de la temporada cálida-seca del año 2012.



Principales 12 familias con mayor número de individuos registrados para la colecta de la temporada cálida-húmeda del año 2010.



## ANEXO 2.

Listado del total de familias y morfoespecies encontradas por especie de *Tillandsia* durante las colectas realizadas durante la temporada cálida-húmeda de los años 2010 y 2012 y la cálida-seca del año 2012.

Anexo 2

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	2010						2012						TOTAL							
				Cálida-húmeda			Cálida-húmeda			Cálida-seca													
				Acahual			Bosque			Acahual			Bosque				Acahual			Bosque			
				Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm		Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	
ACARIFORME	Gamasida	Gamasida	Gamasida sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	<b>6</b>	
	Mesostigmata	Phytoseiidae	Phytoseiidae sp.1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>	
	Prostigmata	Acariforme	Acariforme sp.1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	<b>10</b>	
ARACHNIDA	Araneae	Sarcoptiforme	Sarcoptiforme	Sarcoptiforme sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<b>2</b>
		Anyphaenidae	Anyphaenidae	Anyphaenidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	1	<b>17</b>
		Haplogynae	Haplogynae	Haplogynae sp.1	0	7	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>12</b>
		Araneomorphae	Araneomorphae	Araneomorphae sp.1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
		Araneomorphae	Araneomorphae	Araneomorphae sp.2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
		Araneidae	Araneidae	Araneidae sp.1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	<b>8</b>
		Clubionidae	Clubionidae	Clubionidae sp.1	6	11	3	7	16	6	1	1	5	0	6	5	0	4	4	0	3	6	<b>84</b>
		Clubionidae	Clubionidae	Clubionidae sp.2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	<b>4</b>
		Clubionidae	Clubionidae	Clubionidae sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	2	<b>6</b>
		Clubionidae	Clubionidae	Clubionidae sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
		Corinnidae	Corinnidae	Corinnidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
		Gnaphosidae	Gnaphosidae	Gnaphosidae sp.1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3	4	3	1	0	0	0	1	<b>15</b>
		Gnaphosidae	Gnaphosidae	Gnaphosidae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
		Mimetidae	Mimetidae	Mimetidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	<b>2</b>
		Oonopidae	Oonopidae	Oonopidae sp.1	2	1	0	1	1	0	4	3	0	2	0	0	0	2	3	5	3	0	<b>27</b>
		Philodromidae	Philodromidae	Philodromidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	<b>2</b>
		Pholcidae	Pholcidae	Pholcidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	<b>4</b>
		Salticidae	Salticidae	Salticidae sp.1	0	3	2	4	0	10	1	1	3	0	1	2	0	0	0	0	1	2	<b>30</b>
		Salticidae	Salticidae	Salticidae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<b>2</b>
		Selenopidae	Selenops	Selenops sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
Opiliona	Opiliona	Opiliona sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>		
Scorpionida	Bothriuridae	Bothriuridae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	1	<b>7</b>		
Scorpionida	Chactidae	Chactidae sp.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>		
Scorpionida	Scorpionidae	Scorpionidae sp.1	1	2	0	1	1	6	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	<b>17</b>		
Scorpionida	Vejovidae	Vejovidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>		
CHILOPODA	Geophilomorpha	Linotaenidae	Linotaenidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>	
	Lithobiomorpha	Lithobiidae	Lithobiidae sp.1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	<b>9</b>	
	Scolopendromorpha	Scolopendridae	Scolopendridae sp.1	1	3	2	1	3	5	2	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	<b>23</b>	
	Scutigermorpha	Scutigera	Scutigera sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	<b>2</b>	
HEXAPODA	Diplura	Diplura	Diplura sp.1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>	
INSECTA	Blattodea	Blaberidae	Blaberidae morfo1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>	
		Blattidae	Periplaneta	Periplaneta sp.1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	2	0	<b>9</b>
		Blattellidae	Blattella	Blattella sp.1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0	<b>8</b>
		Blattellidae	Blattella	Blattella sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	<b>5</b>
		Blattellidae	Blattella	Blattellidae sp.1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	13	0	3	5	<b>28</b>
		Cryptocercidae	Cryptocercidae	Cryptocercidae sp.1	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>6</b>

Anexo 2

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	2010						2012						TOTAL						
				Cálida-húmeda						Cálida-húmeda							Cálida-seca					
				Acahual			Bosque			Acahual			Bosque				Acahual			Bosque		
				Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm		Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm
	Coleoptera	Amphizoidae	Amphizoidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Curculionidae	Brachiderinae sp.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
			Curculionidae sp.1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	<b>8</b>
			Eremninae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
			Thecesterninae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
		Bruchidae	Bruchidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	<b>8</b>
			Larva sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	19	0	0	0	<b>21</b>
		Carabidae	Larva sp.3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	<b>7</b>
			Carabidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	1	0	0	1	0	<b>7</b>
			<i>Cymindis basipunctata Cha</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
			Harpalinae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
			<i>Platynus</i> sp.1	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>7</b>
			<i>Platynus</i> sp.2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>
			<i>Platynus</i> sp.3	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>
			Tribu Lebiini: Calleidina	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	<b>6</b>
		Chrysomelidae	Cassidinae sp.1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>
			Chrysomelidae sp.1	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	<b>11</b>
		Cleridae	Cleridae larva sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
			Cleridae sp.1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	1	<b>9</b>
	Coleoptera		Larva sp.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	<b>5</b>
			Coleoptera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	<b>5</b>
		Dermestidae	Dermestiae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
			Larva sp.5	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	10	0	0	<b>40</b>
		Elmidae	Elmidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Staphylinidae	Larva sp.6	0	0	0	0	0	0	15	0	2	14	2	4	0	0	0	1	0	0	<b>38</b>
		Staphylinidae	Staphylinidae sp.1	0	0	0	13	1	0	0	1	1	2	3	1	0	0	0	6	0	5	<b>33</b>
		Staphylinidae	Staphylininae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
		Scarabaeidae	Melolonthinae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
		Nitidulidae	Nitidulidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
		Platypodidae	Larva sp.7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Pselaphidae	Pselaphidae sp.1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>12</b>
		Scraptiidae	Scraptiidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	<b>3</b>
		Curculionidae	Thecesterninae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<b>1</b>
	Collembola	Entomobryidae	Entomobryidae sp.1	6	0	0	4	0	0	4	12	7	3	3	12	21	19	5	5	5	8	<b>114</b>
	Dermaptera	Chelisochidae	Chelisochidae sp.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Forficulidae	Forficulia sp.1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
			Forficulidae sp.1	0	0	0	0	3	16	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	<b>22</b>
	Diptera	Acroceridae	Acroceridae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	<b>3</b>
		Ceratopogonidae	Ceratopogonidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	<b>3</b>

Anexo 2

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	2010						2012						TOTAL						
				Cálida-húmeda			Cálida-húmeda			Cálida-seca												
				Acahual			Bosque			Acahual			Bosque				Acahual			Bosque		
				Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm		Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm
		Ceratopogonidae	Larva sp.8	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	1	0	0	0	13	0	0	1	<b>35</b>
		Chironomidae	Chironomidae larva sp.1	0	5	13	0	0	13	0	22	50	0	25	57	0	60	144	0	23	112	<b>524</b>
		Culicidae	Culex sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	0	0	2	14	<b>21</b>
			Larva sp.9	0	5	9	0	0	5	0	9	22	0	10	24	0	0	29	0	0	0	<b>113</b>
	Diptera		Diptera sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	<b>3</b>
			Larva sp.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	<b>17</b>
			Larva sp.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	7	0	0	0	0	3	2	<b>27</b>
			Larva sp.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
			Larva sp.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<b>2</b>
		Syrphidae	Larva Eristalis sp.14	0	2	0	0	0	6	0	0	9	0	0	12	0	0	2	0	0	0	<b>31</b>
			Larva Pipiza sp.15	0	4	7	0	0	17	0	2	4	0	0	14	0	0	1	0	0	3	<b>52</b>
		Anthomyiidae	Larva sp.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
		Tipulidae	Larva sp.17	0	2	7	0	22	22	0	31	41	0	44	50	0	5	14	0	7	34	<b>279</b>
		Drosophila	Larva sp.18	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	2	12	0	0	0	0	0	0	<b>23</b>
		Stratiomyidae	Larva sp.19	0	11	14	0	0	82	0	6	4	0	1	21	0	0	4	0	2	12	<b>157</b>
		Nematocera	Larva sp.20	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	10	1	0	0	4	0	2	11	<b>32</b>
		Syrphidae	Larva Syrphidae sp.21	0	0	11	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	<b>28</b>
		Muscidae	Larva Muscidae sp.22	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>
		Scatopsidae	Scatopsidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Sciaridae	Sciara sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	<b>2</b>
		Tabanidae	Larva Tabanidae sp.23	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
		Nymphomyiidae	Nymphomyiidae sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
	Hemiptera	Anthocoridae	Anthocoridae sp.1	0	0	0	0	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	<b>8</b>
		Hebridae	Hebridae sp.1	0	0	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	<b>10</b>
	Hemiptera		Hemiptera sp.1	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	<b>13</b>
		Lygaeidae	Lygaeidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	<b>3</b>
		Pentatomiidae	Pentatomiidae sp.1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>6</b>
	Homoptera	Cicadellidae	Cicadellidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	2	0	<b>8</b>
		Homoptera	Larva sp.24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
		Membracidae	Membracidae sp.1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
	Hymenoptera	Formicidae	Atta sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
			<i>Camponotus curviscapus</i>	84	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>88</b>
			<i>Paratrechina longicornis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
			<i>Solenopsis invicta</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	1	1	0	<b>46</b>
		Bethylidae	Bethylidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
		Braconidae	Braconidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
		Chalcididae	Chalcididae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
	Hymenoptera		Larva Hymenoptera sp. 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
	Hymenoptera		Hymenoptera sp.1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<b>3</b>

Anexo 2

Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	2010						2012									TOTAL			
				Cálida-húmeda						Cálida-húmeda						Cálida-seca						
				Acahual			Bosque			Acahual			Bosque			Acahual				Bosque		
				Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm	Tb	Tk	Tm		Tb	Tk	Tm
	Isoptera	Isoptera	Isoptera sp.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	<b>11</b>
	Lepidoptera	Pyralidae	Larva pyralidae sp.26	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>5</b>
			Pyralidae sp.1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>
		Phalaenidae	Larva sp.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
	Mantodea	Mantodea	Mantodea sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
	Orthoptera	Rhaphidophoridae	Rhaphidophoridae sp.1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>5</b>
	Siphonaptera	Siphonaptera	Larva Siphonaptera sp.28	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<b>5</b>
	Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>21</b>
MALACOSTRACA	Isopoda	Oniscidae	Larva sp.29	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	2	4	0	0	3	<b>15</b>
			Oniscus sp.1	7	20	26	0	9	19	2	14	8	0	0	1	12	33	45	0	1	6	<b>203</b>
PARASITIFORME	Opiliocarida	Opiliocaridae	Opiliocaridae sp.1	0	0	0	1	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	<b>9</b>
	Trombidiforme	Trombidiforme	Trombidiforme sp1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	0	1	0	3	3	1	<b>15</b>
<b>TOTAL</b>				<b>128</b>	<b>94</b>	<b>115</b>	<b>49</b>	<b>78</b>	<b>264</b>	<b>52</b>	<b>128</b>	<b>222</b>	<b>74</b>	<b>166</b>	<b>259</b>	<b>72</b>	<b>150</b>	<b>345</b>	<b>53</b>	<b>73</b>	<b>296</b>	<b>2618</b>

### ANEXO 3



Orden: Araneae  
Familia: Clubionidae



Orden: Araneae  
Familia: Mimetidae



Orden: Araneae  
Familia: Oonopidae



Orden: Araneae  
Familia: Salticidae



Orden: Araneae  
Familia: Gnaphosidae



Orden: Opilionida  
Familia: Opilionida



Orden: Prostigmata  
Familia: Acariforme



Orden: Mesostigmata  
Familia: Phytoseiidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Curculionidae

### ANEXO 3



Orden: Coleoptera  
Familia: Chrysomelidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Carabidae



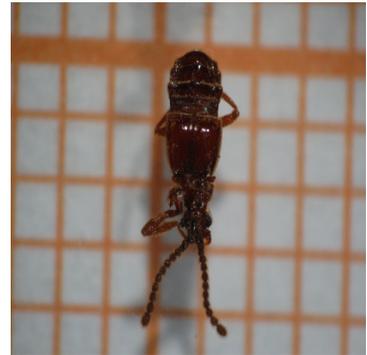
Orden: Coleoptera  
Familia: Bruchidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Cleridae



Orden: Coleoptera  
Familia: Chrysomelidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Staphylinidae



Orden: Hemiptera  
Familia: Pentatomiidae



Orden: Hemiptera  
Familia: Anthocoridae



Orden: Homoptera  
Familia: Membracidae

### ANEXO 3



Orden: Blattodea  
Familia: Blattellidae



Orden: Orthoptera  
Familia: Rhaphidophoridae



Orden: Blattodea  
Familia: Blaberidae



Orden: Blattodea  
Familia: Blattidae



Orden: Isopoda  
Familia: Oniscidae



Orden: Lithobiomorpha  
Familia: Lithobiidae



Orden: Hymenoptera  
Familia: Formicidae



Orden: Mantodea  
Familia: Mantodea



Orden: Lepidoptera  
Familia: Pyralidae

## ANEXO FOTOGRÁFICO



Orden: Dermaptera  
Familia: Chelisochidae



Orden: Dermaptera  
Familia: Forficulidae



Orden: Dermaptera  
Familia: Forficulidae



Orden: Hymenoptera  
Familia: Bethyidae



Orden: Collembola  
Familia: Entomobryidae



Orden: Scorpionidae  
Familia: Vejovidae



Orden: Hymenoptera  
Familia: Braconidae



Orden: Diptera  
Familia: Syrphidae



Orden: Diptera  
Familia: Tipulidae

### ANEXO 3



Orden: Diptera  
Familia: Culicidae



Orden: Diptera  
Familia: Chironomidae



Orden: Diptera  
Familia: Muscidae



Orden: Diptera  
Familia: Ceratopogonidae



Orden: Diptera  
Familia: Anthomyiidae



Orden: Diptera  
Familia: Stratiomyidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Carabidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Dermestidae



Orden: Coleoptera  
Familia: Curculionidae