

**NO SALE A  
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



**UNAP**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
Escuela de Formación Profesional de  
Biología

**ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROARTRÓPODOS  
ACUÁTICOS ASOCIADOS A *Tillandsia superba* Y *Guzmania  
gloriosa* (BROMELIACEAE) EN EL BOSQUE NUBLADO DE  
WAYQECHA, CUSCO – PERÚ.**

**TESIS**

Requisito para optar el título profesional de

**BIÓLOGO**

AUTOR:

**Diego Andrés Neyra Hidalgo**

**DONADO POR:**  
DIEGO A. NEYRA HIDALGO  
Iquitos, 28 de 01 de 2014

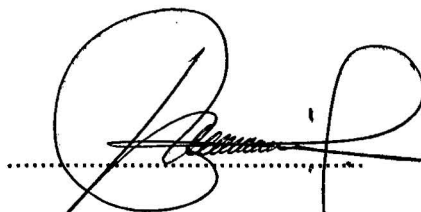
IQUITOS – PERÚ

2012



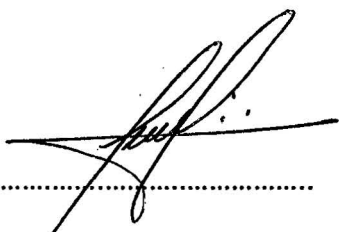
393

**MIEMBROS DEL JURADO**

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'R' and 'P' with a horizontal line through the middle. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

**Blgo. Roberto Pezo Díaz Dr.**

**Presidente**

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'A' and 'D' with a horizontal line through the middle. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

**Blgo. Arturo Acosta Díaz Dr.**

**Miembro**

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'M' and 'F' with a horizontal line through the middle. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

**Blgo. Manuel Flores Arévalo Dr.**

**Miembro**

## ASESORES



Blga. Emérita Rosabel Tirado Herrera

Blgo. Luis Alberto Giuseppe Gagliardi Urrutia

## DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo constante y por sembrar en mí la perseverancia para alcanzar mis metas, así como a todas las personas que siempre alientan mi trabajo.



Dirección de Escuela  
Profesional de  
Biología - FCB

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
Iquitos, 20 de julio de 2012

En la ciudad de Iquitos, a los veinte días del mes de julio del 2012 y siendo 16:10 horas: se reunieron en el auditorio de SECEDO, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con R.D. N° 029-2011-DEFP-B-FCB-UNA, presidido e integrado por: Sr. ROBERTO PEZO DÍAZ, Dr., Presidente; Sr. MANUEL FLORES AREVALO, Dr., Miembro; Sr. ARTURO ACOSTA DÍAZ, Dr., Miembro. El mencionado Jurado se constituyó en el auditorio para escuchar, examinar y calificar sustentación y defensa de la tesis titulada: "ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROARTRÓPODOS ACUÁTICOS ASOCIADOS A *Tillandsia superba* y *Suzenia glauca* (BRONELIACEAE) EN EL BOSQUE NUBLADO DE WAYQEQHA, CUSCO- PERÚ", presentado por el bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela de Biología DIEGO ANDRÉS NEYRA HIDALGO de la Promoción XI-2010, graduado de Bachiller con R.S. N° 0955-2011-UNAP de fecha 16 de abril del 2011; figurando como asesores: Sr. EMÉRITA ROSABEL TIRADO HERRERA, Sr. LUIS ALBERTO BUISSEPE GASLIARDI URRUTIA

Luego de realizada la sustentación de la Tesis, el bachiller fue sometido a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto de manera satisfactoria las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador.

Después de la deliberación y votación del caso, el Jurado Calificador y Dictaminador dio como veredicto aprobado la Tesis por una mayoría quedando el candidato apto para ejercer la profesión de Biólogo, previa otorgamiento del Título Profesional por la autoridad Universitaria competente, y su correspondiente inscripción en el Colegio de Biólogos del Perú.

Finalizado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 17:31 horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación.

  
Roberto Pezo Díaz  
PRESIDENTE

  
Manuel Flores Arevalo  
MIEMBRO

  
Arturo Acosta Díaz  
MIEMBRO

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica, a la Familia Klorefine y a Idea Wild, por brindarme su confianza y por facilitarme el financiamiento para la realización del presente estudio.

Asimismo agradezco el gentil apoyo de José Padial, Howard Frank, Devon Graham, Gerardo Lamas, Diana Silva, Juan Grados, Mabel Alvarado, Luis Figueroa, Ernesto Rázuri, Rocío Rojas, Fredy Ramírez Ítalo Treviño, Daniel Huamán, Pedro Pérez, Miriam Alván, Nelson Medina, Jhon Ramírez y Marlene Mamani por brindarme información actualizada sobre el tema de investigación y sus constantes recomendaciones.

A mis asesores y amigos Blgo. Giuseppe Gagliardi, Blga. Carol Sánchez y Blga. Emérita Tirado, quienes me orientaron permanentemente compartiendo sus conocimientos adquiridos a través del desarrollo de su vida profesional.

A mi familia por su entero e incondicional apoyo durante toda mi formación académica y a mis amigos, en especial a Francisco LLacma, Clery Solano, Edward Hurme, Christian Nolorbe, Milca Eléspuru y Marco Odicio, que de una u otra forma me brindaron su ayuda durante todo el proceso de elaboración de esta investigación.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

	<b>Página</b>
Portada interna	i
Miembros del Jurado	ii
Asesores	iii
Dedicatoria	iv
Copia del acta de sustentación	v
Agradecimientos	vi
Índice de contenido	vii
Lista de cuadros	x
Lista de figuras	xii
Lista de anexos	xiii
Resumen	xiv
<b>I</b> <b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II</b> <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<b>III</b> <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Área de estudio</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Especies de estudio</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Ubicación de zona de muestreo</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Colecta de bromelias</b>	<b>17</b>
<b>3.5. Medición de parámetros</b>	<b>19</b>
<b>3.6. Colecta de macroartrópodos acuáticos</b>	<b>21</b>

	<b>3.7. Preservación e identificación</b>	<b>22</b>
	<b>3.8. Procesamiento y análisis de datos</b>	<b>24</b>
	<b>3.8.1. Composición, riqueza, abundancia y diversidad</b>	<b>24</b>
	<b>3.8.2. Comparación de la riqueza, abundancia y                     diversidad</b>	<b>26</b>
	<b>3.8.3. Correlación entre los parámetros estudiados y la                     riqueza y abundancia</b>	<b>27</b>
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
	<b>4.1. Composición, riqueza, abundancia total y diversidad</b>	<b>29</b>
	<b>4.1.1. Composición</b>	<b>29</b>
	<b>4.1.2. Riqueza</b>	<b>31</b>
	<b>4.1.3. Abundancia total</b>	<b>34</b>
	<b>4.1.4. Diversidad</b>	<b>37</b>
	<b>4.2. Comparación entre bromeliáceas</b>	<b>38</b>
	<b>4.3. Relación entre parámetros</b>	<b>38</b>
<b>V</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>41</b>
	<b>5.1. Composición, riqueza, abundancia total y diversidad</b>	<b>41</b>
	<b>5.1.1. Composición</b>	<b>41</b>
	<b>5.2. Riqueza</b>	<b>43</b>
	<b>5.3. Abundancia</b>	<b>44</b>
	<b>5.4. Diversidad</b>	<b>46</b>
	<b>5.2. Comparación entre bromeliáceas</b>	<b>48</b>



	<b>5.3. Relación entre parámetros</b>	<b>49</b>
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>VII</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>54</b>
<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>55</b>
<b>IX</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>64</b>

## LISTA DE CUADROS

1	Composición de macroartrópodos acuáticos asociados a <i>Tillandsia</i> <i>superba</i> y <i>Guzmania gloriosa</i> en el CIW. Cusco – Perú. 2011 .....	30
2	Riqueza de familias y morfoespecies por orden registrados en bromeliáceas en el CIW. Cusco – Perú. 2011 .....	32
3	Índices de diversidad de macroartrópodos acuáticos total y por especie de bromelia ( $\pm$ DS) en el CIW. Cusco – Perú. 2011 .....	38
4	Promedio de parámetros ( $\pm$ DS) por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	40
5	Correlación de Spearman entre abundancia y riqueza de macroartrópodos acuáticos y los parámetros estudiados en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	41

## LISTA DE FIGURAS

1	Ubicación del área de estudio.....	12
2	Vista panorámica del área de estudio .....	14
3	<i>Tillandsia superba</i> .....	15
4	<i>Guzmania gloriosa</i> .....	16
5	Ubicación de zona de muestreo.....	17
6	Colecta de bromelias .....	19
7	Separando las muestras de macroartrópodos.....	22
8	Identificación de las muestras.....	23
9	Riqueza de macroartrópodos acuáticos por bromeliacea en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	31
10	Curva de acumulación de macroartrópodos acuáticos en <i>G. gloriosa</i> en el CIW. Cusco – Perú. 2011 .....	33
11	Curva de acumulación de macroartrópodos acuáticos en <i>T. superba</i> en el CIW. Cusco – Perú. 2011 .....	33

12	Abundancia de los ordenes representativos de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	34
13	Abundancia de las familias representativas de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú, 2011.....	35
14	Abundancia de morfoespecies representativas de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	36
15	Abundancia de grupos funcionales de macroartrópodos acuáticos en el CIW. Cusco – Perú. 2011.....	37

## LISTA DE ANEXOS

1	Autorización de colecta .....	65
2	Ficha de campo.....	68
3	Constancia de depósito .....	69
4	Láminas fotográficas de los taxa representatios .....	70
5	Glosario de términos .....	72
6	Algunos Dípteros observados en bromelias .....	76
7	<i>Gastrotheca antoniochoai</i> refugiado en bromelia .....	77

## RESUMEN

El presente estudio se realizó entre los meses de Abril y Junio del 2011, el cual describe la estructura de la comunidad de macroartrópodos acuáticos asociados a los depósitos de agua de *Tillandsia superba* y *Guzmania gloriosa* (Bromeliaceae) en el bosque nublado de Wayqecha en Cusco a 2900 m. de altitud. Se estudiaron 10 plantas de cada especie, para determinar su abundancia, riqueza y diversidad, también se compararon con el fin de determinar diferencias en la comunidad y relacionarlas con parámetros morfológicos de la planta (n° de hojas, altura de la planta y número de cavidades) y fisicoquímicos del tanque (volumen, T°, pH y cantidad de materia orgánica acumulada). Se colectaron 3047 individuos de macroartrópodos distribuidos en 48 morfoespecies, asimismo se encontró que los fragmentadores fue el grupo funcional dominante en toda la comunidad. Para *G. gloriosa*, la riqueza y abundancia fue mayor en los ordenes Diptera y Coleoptera, sin embargo la diversidad y equitabilidad fue mayor en *T. superba*. Según la prueba de Mann Whitney, la comunidad de macroartrópodos acuáticos fue similar entre las dos bromelias. Los valores de Spearman mostraron que el volumen de agua está correlacionado con la riqueza y abundancia, asimismo el número de cavidades y el pH con la abundancia. Se concluye que las bromelias epífitas de Wayqecha, son un hábitat fitotelmata importante que alberga una considerable diversidad de macroartrópodos acuáticos, haciendo necesaria su conservación.

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques nublados son uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica del planeta y a su vez uno de los más vulnerables al cambio climático (Conservation International, 2007). La humedad proporcionada por la neblina, es uno de los requerimientos más importantes para la existencia de estos bosques, por lo que un aumento en la altitud a la cual se forman las nubes, provocaría a largo plazo la disminución de hábitats y la consecuente pérdida de especies (Toledo, 2009).

La neblina persistente en los bosques nublados favorece la proliferación de bromelias epífitas (Cuesta *et al.*, 2009). La disposición de las hojas en forma de roseta de algunas bromelias, forman pequeños tanques vegetales (fitotelmata) que permite el desarrollo de microambientes en los que se acumula agua y materia orgánica, que favorece el desarrollo de una variedad de organismos dulceacuícolas (Maguire, 1971), principalmente macroartrópodos y sus fases inmaduras (Fish, 1976; Richardson, 1999).

En términos de diversidad, función ecológica y producción del sistema, los macroartrópodos acuáticos juegan un papel relevante en cualquier ambiente acuático (Merritt *et al.*, 2008); a pesar de ello, muchos suelen pasar desapercibidos por su pequeño tamaño, su mimetismo o por sus hábitos de vida (Domínguez & Fernández, 2009), más aún en los bosques andinos y en hábitats fitotelmata que son poco explorados y de difícil acceso.

El reducido tamaño de los hábitats fitotélmicos, hace factible extraer, cuantificar e identificar la mayor parte de los integrantes de la comunidad (Armbruster *et al.*, 2002). Estas cualidades hacen de estos hábitats, modelos para el estudio de procesos ecológicos, donde la información del microecosistema se puede interpolar a modelos de mayor escala (Srivastava *et al.*, 2004).

*Tillandsia superba* Mez & Sodiro y *Guzmania gloriosa* (André) André ex Mez, son bromelias epífitas de tipo tanque que son muy comunes en Wayqecha (Treviño, 2008; Heathcote & Smith, 2010). Estas plantas presentan características morfológicas diferentes entre sí, y son de fácil acceso, lo que permite estudiarlas, compararlas y conocer los patrones que influyen en su comunidad acuática.

En este contexto, la presente investigación se enfocó en conocer la estructura de la comunidad de macroartrópodos acuáticos asociados a *Tillandsia superba* y *Guzmania gloriosa*; planteándose los siguientes objetivos: 1) Determinar la composición, riqueza, abundancia total y diversidad de macroartrópodos acuáticos en ambas especies de bromelias; 2) Comparar la riqueza y abundancia total entre ambas especies de bromelia; y 3) Correlacionar parámetros morfométricos de la planta y fisicoquímicas del tanque con la riqueza y abundancia total de macroartrópodos acuáticos. De esta manera se aporta información taxonómica y ecológica valiosa sobre la biota fitotelmata en bromelias de los bosques nublados y se brinda respuestas prácticas a las preguntas que surjan durante investigaciones aplicadas o que evalúen los cambios en el tiempo.



## II. REVISION DE LITERATURA

Fish (1976), menciona que la familia Bromeliaceae incluye más de 1000 especies que comúnmente pueden embalsar agua en las rosetas que forman sus hojas, considerándose hábitats fitotelmata muy prolíferos en el Neotrópico. También menciona que los estadios inmaduros de insectos, en especial las larvas de mosquitos, son muy frecuentes en estos hábitats.

Machado - Allison *et al.* (1986), estudiaron los mosquitos asociados a distintas plantas fitotelmata (Bromeliaceae, Araceae, Heliconiaceae, Poaceae y Malvaceae) en Venezuela. El estudio revela que las larvas de coleópteros hidrofílicos en las fitotelmata juegan un papel importante en la regulación de las poblaciones de mosquitos, asimismo la riqueza de mosquitos resulta mayor al incrementarse la complejidad del hábitat.

Cotgreave *et al.* (1993), aluden la problemática de estudiar las comunidades en su totalidad (todos los organismos que viven en un hábitat particular) y proponen a las fitotelmata como hábitats discretos donde es posible coleccionar todas las especies. Del mismo modo recalcan que las bromelias albergan comunidades terrestres y acuáticas.

Richardson (1999), comparó las comunidades asociadas a bromelias en diferentes elevaciones en Puerto Rico y concluyó que la dominancia de especies

en estas comunidades se incrementa progresivamente con la elevación. Además encontró correlación positiva y significativa entre la cantidad de materia orgánica y la riqueza y abundancia.

Richardson *et al.* (2000), compararon las comunidades de dos tipos de fitotelmata (bromelias y heliconias) en Puerto Rico; donde señalaron que los patrones de abundancia y riqueza fueron similares en ambas plantas, además indican que algunos taxa mostraron preferencia por un hábitat en particular.

Kitching (2000), mencionó que no existen asociaciones concretas entre especies de bromelias tanque y comunidades particulares de animales acuáticos. Además, indicó que el hábitat donde crece la bromelia, puede influenciar sobre la comunidad asociada a esta planta.

Wittman (2000), estudiando la fauna asociada a bromelias epífitas tipo tanque en la Amazonia Peruana, menciona que la comunidad está dominada por artrópodos, primariamente insectos y arácnidos de varios estadios. Sin embargo no encontró relaciones claras entre el número de hojas y el número de individuos.

Greeney (2001), reportó como organismos acuáticos verdaderos a 30 familias de Díptera, 6 familias de Odonata y 3 de Coleóptera, todos asociados a una variedad

de fitotelmata. Entre los dípteros los mosquitos son los más prolíferos, seguidos de larvas de Chironomidae, Tipulidae y Ceratopogonidae.

López & Iglesias (2001), estudiaron la comunidad fitotelmata en bromelias terrestres, donde documentaron diferencias entre bromelias de sol y de sombra. Mencionan que las bromelias expuestas al sol están sometidas a constantes periodos de desecación y que esto alteraría la estructura de la comunidad.

Mestre *et al.* (2001), estudiando la fauna asociada a la bromelia *Vriesea inflata* en Brasil, registraron 1639 individuos y 23 taxa asociados, con dominancia del orden Coleóptera, Díptera e Himenóptera. Asimismo, señalaron que la estructura de la comunidad que alberga estas plantas no varía a diferentes alturas respecto al suelo, sin embargo si varía entre verano e invierno.

Yanoviak (2001), estudió el efecto del color de los tanques en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, para lo cual utilizó fitotelmata artificiales. Como resultado refiere que las decisiones de oviposición son impulsados por señales visuales que permite encontrar hábitats adecuados a largas distancias, siendo el color rojo, más atractivo para un mayor número de individuos y especies.

Armbruster *et al.* (2002), estudiaron la fauna asociada a bromelias tipo tanque de la Reserva Yasuní en Ecuador, donde reportaron 11 219 individuos y 354 morfoespecies, con más del 50% representado por un solo taxón. Igualmente aludieron que interacciones bióticas (competencia y predación) y factores abióticos (contenido de detritus, número de hojas y volumen de agua) influyen la riqueza de especies en estos hábitats.

Stuntz *et al.* (2002), como parte de una investigación sobre la diversidad de artrópodos asociados a epifitas del dosel en Panamá, registraron 3694 individuos pertenecientes a 89 morfoespecies, con dominancia de arañas y hormigas. Además mencionan que los detritívoros representan más del 80% del total de individuos.

Teixeira *et al.* (2002), en su trabajo sobre la ocurrencia de anfibios en bromelias de Brasil, encontraron que los artrópodos bromelícolas son fuentes importantes en la alimentación de ciertos vertebrados como algunos anfibios, de tal manera que estos insectos contribuyen a la transferencia de energía mediante sus diferentes interacciones.

Frank *et al.* (2004), colectaron 24 ejemplares pertenecientes a 4 especies de bromelias epífitas en Norte América, de las cuales extrajeron mayormente larvas de moscas de la familia Psychodidae, Culicidae, Ceratopogonidae y

Chironomidae. Además mencionan que hay una relación clara entre el tamaño de la planta y la abundancia, la cual se evidenció cuando contaron solo larvas acuáticas.

Ospina – Bautista *et al.* (2004), trabajando con macroinvertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri*, encontraron 28 morfoespecies, de las cuales 20 pertenecieron al orden Diptera. Además refieren al orden Coleoptera como el más abundante, asimismo encontraron correlaciones significativas entre el volumen de agua del tanque y la riqueza.

Paradise (2004), investigó la relación entre el agua, la hojarasca acumulada y los insectos que habitan los agujeros de árboles. Los resultados evidencian que ambos parámetros influyen positivamente en la riqueza, además reporta a larvas de la familia Scirtidae como muy frecuentes y que aceleran la descomposición de hojarasca en esta fitotelmata.

Guimarães - Souza *et al.* (2006), estudiaron parámetros limnológicos del agua acumulada en bromelias tropicales, registrando que las variaciones de los parámetros limnológicos están regidos por la fenología de la bromelia. Así también, caracterizaron el metabolismo de estos cuerpos de agua como heterotróficos.

Medina (2006), examinó la composición de la fauna fitotelmática de *Vriesea gigantea* y *Aechmea chantinii* en Loreto, Perú, y registró 58 familias, de las cuales 12 familias incluyeron a organismos acuáticos verdaderos. Además indica que parámetros como la temperatura y el pH no influyen en la composición de la comunidad.

Ngai & Sivrastava (2006), mencionan que el detritus no sólo soporta la comunidad de insectos acuáticos asociados a la bromelia, sino también provee de nutrientes a la planta. Los insectos incrementan el flujo de nutrientes en la bromelia y la presencia de predadores incrementa el flujo de nitrógeno de la hojarasca a la planta.

Srivastava (2006), al estudiar los efectos de la estructura del hábitat y estructura trófica sobre las comunidades de bromelias fitotélmicas, revela que un incremento en la complejidad del hábitat reduce la eficiencia de los predadores e incrementa la abundancia de detritívoros.

Yanoviak *et al.* (2006), en sus trabajo sobre el impacto de la deforestación en los hábitats fitotelmata de la Amazonia Peruana, manifiestan que la estructura de los insectos asociados a las bromelias, varía en diferentes etapas de sucesión en el bosque y que la deforestación incrementaría la disponibilidad de hábitats

fitotelmata para muchas especies de mosquitos y otros artrópodos, aumentando su población.

Araujo *et al.* (2007), encontraron que la fauna fitotelmata de *Vriesea* sp. (Bromeliaceae) aumenta con el volumen de agua acumulada en la planta, mientras que la riqueza no estuvo relacionada con el tamaño de la planta, además mencionan al orden Diptera y Coleoptera como los grupos más representativo en el muestreo.

Liria (2007), investigó la fauna asociada a las bromelias *Aechmea fendleri* y *Hohenbergia stellata* en Venezuela, y registró al orden Diptera como el más diverso, con dominancia de las familias Chironomidae y Culicidae. También señala que la abundancia y riqueza es mayor en época de sequía que en la época de lluvia.

Yee & Willig (2007), estudiando el proceso de colonización de especies de heliconias fitotelmata, concluyen que el agua y la cantidad de materia orgánica proporcionan una fuerte señal para la oviposición de las hembras de insectos colonizadores, siendo en la mayoría de los casos especialistas en este tipo de microecosistemas.

García (2008), estudió los macroartrópodos asociados a *Tillandsia prodigiosa* en México, donde logró coleccionar 1509 individuos y 102 morfoespecies, destacando los órdenes Araneae, Coleóptera y Hemíptera. Señala también que la diversidad es mayor en localidades a mayor altitud que en áreas de menor altitud.

Schmidl *et al.* (2008), estudiaron el ensamble de la comunidad de insectos en huecos de árboles y sugieren que factores tróficos y fisicoquímicos que ocurren en la fitotelma influyen en la composición de la comunidad, asimismo, reportan como grupo dominante a la familia Scirtidae y encuentran relación de esta dominancia con la cantidad de materia orgánica acumulada.

Acosta (2009), estudiando la bioecología de *Dendrobates reticulatus* en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, en Loreto, Perú, menciona que estos anfibios usan las bromelias como lugares de ovoposición y alimentación. También reporta náyadas de Odonatos y arañas como predadores de estas ranas.

Frank & Lounibos (2009), realizaron una revisión bibliográfica de los insectos asociados a bromelias y mencionan que los taxa dominantes que habitan estas plantas, pertenecen a artrópodos terrestres adultos y larvas acuáticas, típicamente larvas de Diptera, de las cuales cerca de 16 familias han sido



reportadas. Entre los insectos terrestres, por lo general pocos son especialistas de estos hábitats.

Jabiol *et al.* (2009), investigaron la estructura de la comunidad de insectos acuáticos en bromelias tanque de Guayana Francesa. Registraron a los dípteros como el grupo más abundante, así también, sugieren una relación entre la diversidad y las características de las plantas (por ejemplo, el tamaño y la arquitectura).

Montero *et al.* (2010), mencionan que la diversidad en el follaje de la bromelia es más alta que en la fitotelma y que esta última está dominada por Dípteros y Coleópteros. De igual forma, señalan diferencias entre plantas de sol y de sombra, y entre estaciones del año.

Sodré *et al.* (2010), estudiaron la familia Chironomidae en fitotelmata de bromelias (*Neoregelia concéntrica* y *Achmea nudicaulis*) en Brasil, donde encontraron que la abundancia de estos insectos varía con el volumen de agua en el tanque. Por otro lado reportan que estos insectos no prefieren una planta en particular para realizar la oviposición.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Wayqecha (CIW) entre los meses de Abril y Junio del 2011. El CIW es un área privada de la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA), y cuenta con una superficie aproximada de 600 hectáreas de bosque. Políticamente pertenece a la jurisdicción del distrito de Kcosñipata, Provincia de Paucartambo y Departamento del Cusco.

Wayqecha se encuentra en el límite superior yungueño, al borde de la ladera amazónica de los andes, a una altitud aproximada de 2900 m.s.n.m., entre las coordenadas 13° 11' 13" LS y 71° 35' 12" LO, colindante con el límite extremo del sur - este del Parque Nacional del Manu (Figura 01).

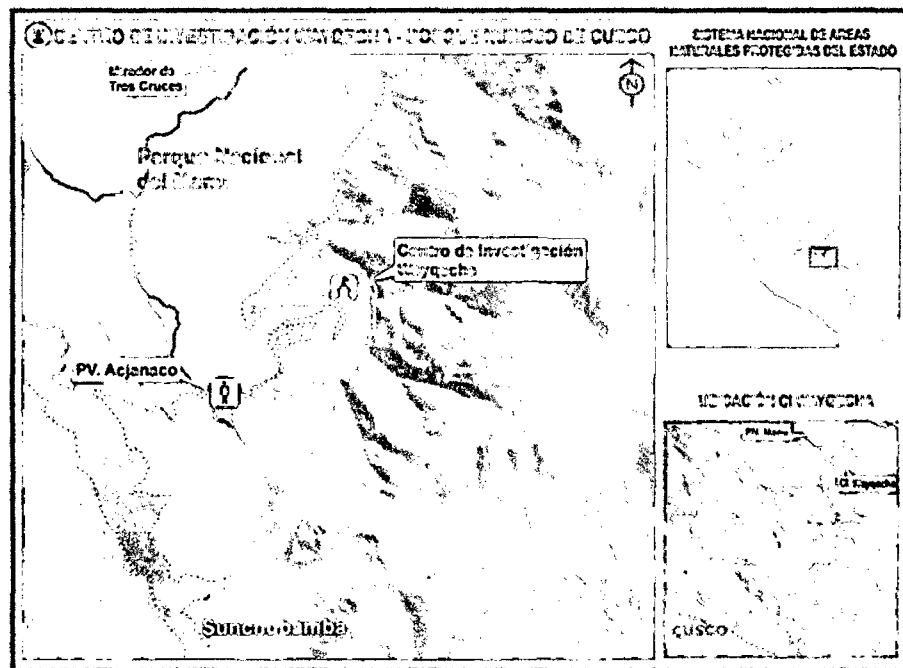


Figura 1. Ubicación del área de estudio (Fuente: ACCA 2011)

Wayqecha se compone de un mosaico de hábitats, siendo los más comunes el pajonal altoandino, el matorral montano y el bosque altimontano; este último presenta bosques de altura media a baja, con gran biomasa de epífitas (Heathcote & Smith, 2010). El área exhibe fuertes pendiente con muchas zonas propensas a deslizamientos de tierra y se encuentra inmersa constantemente en neblina (Figura 2).

La temperatura media anual es de 12.5 °C ( $\pm$  0.05) y la precipitación media anual es de 1705 mm (Girardin *et al.*, 2010). A lo largo del año se pueden diferenciar dos épocas: la primera en la que se presentan las temperaturas más bajas (meses de junio a julio) y la segunda entre los meses de marzo y abril donde las temperaturas son más altas.

La accesibilidad a Wayqecha es vía carretera Cusco – Pillcopata, el tramo que se recorre es de 140 Km, viajando de 4 a 5 horas en bus. Por temas legales y éticos se requirió una autorización de colecta de flora y fauna en el área de estudio, la cual fue concedida a través de la Resolución Directoral N° 0224–2011-AG-DGFFS (Anexo 1).



**Figura 2.** Vista panorámica del área de estudio

### **3.2. Especies de estudio**

Se seleccionaron dos especies epífitas: *Tillandsia superba* y *Guzmania gloriosa*, las cuales fueron identificadas *in situ* con ayuda de la guía fotográfica de Heathcote & Smith (2010) y clave de Treviño (2009), tomándose como referencia a este último autor para su descripción.

***Tillandsia superba* Mez & Sodiro:** Hierba epífita de 0.9 a 1.3 m de alto y 0.4 a 0.5 m de diámetro. Hojas ligeramente coriáceas flexibles, deltoideas, apiculadas, enteras, verdes. Escapo rojizo, con brácteas ligeramente coriáceas, apiculadas, enteras, verdes (tornándose rojizas en la base). Inflorescencia compuesta bipinnada de 14 – 20 espigas, pedicelos aplanados; brácteas primarias ligeramente coriáceas, apiculadas, enteras, rojizas. Flores actinomorfas, sésiles, brácteas ligeramente coriáceas, rojizas tornándose verde en la base; cáliz con

sépalos ligeramente coriáceos; corola con pétalos oblongos alargados, blancos con máculas o puntuaciones moradas, volviéndose totalmente morados hacia el ápice; estambres con filamentos glabros, blancos, anteras amarillas; ovario súpero, trilobado, verde; estilo blanquecino; estigmas plegados (Figura 3).



**Figura 3.** *Tillandsia superba*, A. Vista frontal, B. Inflorescencia, C. flor

***Guzmania gloriosa* (André) André ex Mez**

Hierba epífita de 0.7 a 1 m de alto y de 0.45 - 0.55 m de diámetro. **Hojas** ligeramente coriáceas, flexibles, deltoideas, mucronuladas, enteras, verdes. **Escapo** verde con brácteas del escapo ligeramente coriáceas, foliáceas, deltoideas, verdes. **Inflorescencia** compuesta bipinnada, brácteas ligeramente coriáceas, foliáceas, deltoideas, atenuadas, enteras, verdes, las más superiores presentan una coloración rojiza vistosa. **Flores** actinomorfas, sésiles, brácteas ligeramente coriáceas, cimbiformes, acuminadas; cáliz con sépalos subcoriáceos,

cimbiformes, enteros; corola con pétalos fusionados formando un tubo, parte libre con tres lóbulos a manera de dientes, acuminados, amarillos; estambres con filamentos soldados casi en su totalidad, glabros, blancos, anteras basifijas; ovario súpero, cónico, glabro verde; estilo glabro, blanquecino. (Figura 4).



**Figura 4.** *Guzmania gloriosa*, A. Vista frontal, B. Vista dorsal, C. Flor.

### **3.3. Ubicación de zona de muestreo**

El lugar de muestreo de bromelias en Wayqecha, se seleccionó recorriendo trochas preestablecidas (usadas para investigación), donde se eligió la trocha “Canopy” y sus alrededores (Figura 5), teniendo en cuenta la representatividad de las especies de bromelias requeridas en el estudio y la homogeneidad del bosque.

Esta zona está localizada entre 2880 y 2900 m.s.n.m. y constituye una vegetación arbórea densa, con pendientes altas (mayores a 50 %), suelos superficiales de buen drenaje, formando pequeñas quebradas alrededor y con dominancia de especies de árboles de mediano a bajo porte con aspecto retorcido, siendo más comunes: *Hedyosmum* sp., *Clethra cuneata*, *Clusia alata*, *Cyathea caracasana*, *Myrsine coriácea*, *Weinmannia bangii*, *Weinmannia crassifolia*, *Weinmannia macrophylla*, *Gaultheria reticulata*, *Miconia* sp.

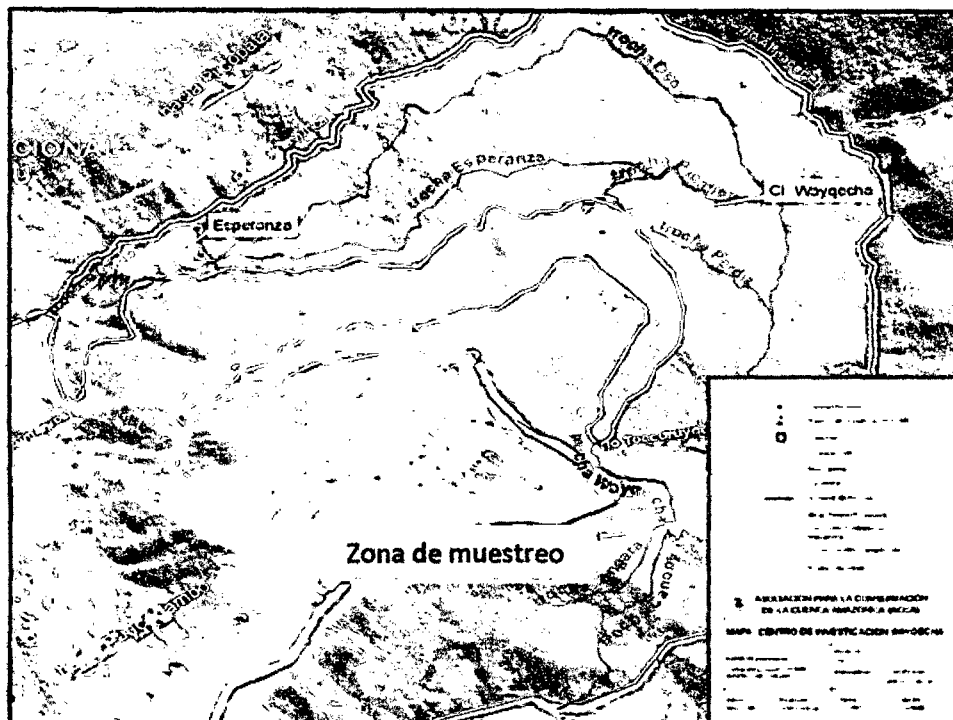


Figura 5. Ubicación de zona de muestreo (Fuente: ACCA 2011)

#### 3.4. Colecta de bromelias

El protocolo de muestreo de las plantas fue adaptado, al trabajo de Armbruster *et al.* (2002). Durante una semana se recorrió la trocha seleccionada y sus

alrededores (frecuencia de 4 horas diarias aproximadamente) en busca de ejemplares de bromelias; teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Exposición solar. Las bromelias seleccionadas provenían de áreas sombreadas.
- b. Distancia entre forófitos. Los forófitos estuvieron ampliamente separados (mínimo 5 metros) y se consideró sólo los forófitos con DAP mayor a 10 cm.
- c. Tamaño de bromelias. Fueron colectados ejemplares de tamaño similar, evitando las plantas pequeñas debido a que son difíciles de contener macroartrópodos.
- d. Fenología de la bromelia. Las plantas estuvieron en estado maduro y con inflorescencia, debido a que las estructuras reproductivas son imprescindibles para su determinación botánica.

Una vez identificados los ejemplares con las características requeridas, se georeferenciaron con un GPS GARMIN ETREX HC para posteriormente colectarlas. En total se marcaron 20 ejemplares de bromelias (10 de cada especie) teniendo como referencia el tamaño de la población en campo y el número de plantas muestreadas en otros trabajos.

En los días siguientes, se ubicó las plantas marcadas y se procedió a colectarlas, para ello se ascendió al árbol forófito con ayuda de trepadores "pico de loro" y arnés de seguridad, inmediatamente se cubrió la bromelia con bolsas de polietileno desde la parte superior hasta la base de la planta, luego se extirpó la bromelia con una navaja y se selló las bolsas con el fin de evitar que el agua



contenida en el tanque se pierda, finalmente se descendió del árbol forófito para analizar la planta (Figura 6). Es preciso señalar que las colectas se realizaron diariamente, entre las 8:00 y 10:00 hrs, asimismo se colectó una especie por forófito.



**Figura 6.** Colecta de bromelias, A. Trepando el forófito, B. Embolsando bromelia, C. Descendiendo del forófito

### **3.5. Medición de parámetros**

Para determinar los posibles factores que influyen en la estructura de la comunidad de los macroartrópodos acuáticos asociados, se procedió a tomar los datos de los siguientes parámetros:

- a. Número de hojas. Se contabilizó el número de hojas, desmantelando la bromelia hoja por hoja a partir de las periféricas y avanzando hacia adentro.

- b. Altura de la bromelia (cm). Se midió con una cinta métrica desde la parte inferior del cuerpo a la parte superior de la corona.
- c. Altura respecto al suelo (m). Se midió la altura de la bromelia con respecto al suelo.
- d. Número de cavidades. Se contó los compartimientos disponibles que constituyen una fitotelma (en hojas y brácteas).
- e. Volumen de agua (ml). El líquido contenido en la roseta se vertió en cubos, posteriormente se midió en probetas graduadas de 100 ml.
- f. Temperatura y pH del agua del tanque. La medición se realizó *in situ* luego de extraer la bromelia, mediante un potenciómetro digital marca "ATC", se midió la temperatura y pH. Estos parámetros se determinaron usando una alícuota de 50 cc procedente de todas las brácteas, muestra que se obtuvo con ayuda de una pipeta.
- g. Cantidad de materia orgánica (g). La hojarasca y otros residuos retenidos en la planta fueron recolectados, secados en horno a una temperatura aproximada de 70° C y luego pesados.

Cabe señalar que el número de hojas, la altura de la planta, número de cavidades y volumen de agua, fueron registradas en el campamento en una ficha de campo (Anexo 2), previo a la colecta de macroartrópodos.

### **3.6. Colecta de macroartrópodos acuáticos**

Después de cada día de colecta, la planta fue extraída de su bolsa para proceder a coleccionar los macroartrópodos acuáticos. Para ello se utilizó el método descrito por Fish (1976).

En el campamento la planta fue depositada en un recipiente, donde se vació y separó toda el agua acumulada. Posteriormente se procedió a dismantelar la bromelia y se lavó cuidadosamente hoja por hoja, a fin de que los macroartrópodos no escapen. Luego se filtró el contenido del lavado en un tamiz diseñado con tela organza y acoplada a un recipiente.

El material filtrado se depositó en un recipiente más pequeño conteniendo etanol al 90 % para sacrificar los macroartrópodos antes de proceder a separarlos en el laboratorio.

En el laboratorio, se procedió a la búsqueda de especímenes separando el material filtrado (partículas grandes) en diferentes placas petri. Finalmente se extrajo los macroartrópodos observados a simple vista ( $> 0.5$  mm) con la ayuda de pinceles y estiletes (Figura 7).



**Figura 7. Separando las muestras de macroartrópodos**

### **3.7. Preservación e Identificación**

Los macroartrópodos colectados fueron depositados en frascos con etanol al 70 % debidamente etiquetados (lugar, fecha, código, colector), posteriormente se identificaron en el laboratorio con ayuda de un estereoscopio marca "Ken Visión" (Figura 8).

Para la identificación se utilizó claves taxonómicas de Borror *et al.* (1989), Stehr (1991), Merritt *et al.* (2008), Domínguez & Fernández (2009), Hawking *et al.* (2009); posteriormente las identificaciones fueron corroboradas por Diana Silva, Mabel Alvarado, Luis Figueroa y Ernesto Rázuri, especialistas del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La nomenclatura adoptada en este estudio se basó en Merritt *et al.* (2008); con quien se asignó la categoría de grupos funcionales a cada morfoespecie, considerándose de importancia para entender la composición funcional de la comunidad estudiada.



**Figura 8.** Identificación de las muestras

Las fuentes utilizadas permitieron identificar órdenes, familias, y en algunos casos subfamilias y géneros, sin embargo no se pudo identificar a nivel de especie debido a la ausencia de claves taxonómicas. Por ello, todos los macroartrópodos acuáticos se identificaron hasta el nivel de morfoespecie, considerando como características de diagnóstico: forma general del cuerpo, segmentaciones, estructuras respiratorias, piezas bucales, antenas y tarsos.

En este estudio el término comunidad, se restringe a las especies de macroartrópodos acuáticos que coexisten en la fitotelma de la bromelia, por lo tanto, debido a que existe una fauna no acuática asociada a estas plantas, se

tuvo en cuenta las clasificaciones de Greeney (2001), Frank & Lounibos (2009) y Domínguez & Fernández (2009) para separar los macroartrópodos acuáticos de los no acuáticos.

Los especímenes mejor preservados fueron depositados en la colección del área de entomología del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (Anexo 3), asimismo se fotografiaron los taxa más representativos con una cámara marca RICOH CX3 y se editaron en el programa Corel Draw versión X4 para su posterior presentación (Anexo 4).

### **3.8. Procesamiento y análisis de datos**

#### **3.8.1 Composición, riqueza, abundancia y diversidad**

La composición de la comunidad (taxonómica y funcional) en cada especie bromeliácea se realizó por medio de la sistematización de los datos a nivel de morfoespecie y la asignación a sus grupos funcionales.

La riqueza de macroartrópodos acuáticos se determinó en base al número de morfoespecies registradas por especie de bromelia y en el muestreo total. Se analizó la riqueza utilizando estimadores no paramétricos (Chao 1 y ACE). La predicción del número de morfoespecies que habitan las bromelias, se realizó mediante la función de curvas de acumulación de especies, calculándose las especies raras (singletons y doubletons), especies que solo cuentan con uno y dos individuos respectivamente en todo el inventario. Estos estimadores no paramétricos se analizaron mediante las fórmulas siguientes:

$$Chao\ 1 = Sobs + \frac{A_1^2}{2A_2^2}$$

$$ACE = S_{abun} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{A_1}{C_{ACE}} \gamma^2_{ACE}$$

$$\gamma_{ACE} = \max \left[ \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} \frac{\sum_{i=1}^{10} i(i-1)A_i}{(N_{rare})(N_{rare}-1)} - 1 \right]$$

Donde:

$S_{obs}$  = Especies observadas

$A_1$  = Número de especies *singletons*

$A_2$  = Número de especies *doubletons*

$S_{abun}$  = Número de especies abundantes

$S_{rare}$  = Número de especies no abundantes

$C_{ACE}$  = Estimador de la cobertura de muestreo

$N_{rare}$  = Número total de individuos en especies raras

$A_i$  = Número de especies que tienen exactamente  $i$  individuos

$\gamma_{ACE}$  = Coeficiente de variación estimada de  $A_i$

La abundancia total se determinó contabilizando todos los individuos del muestreo, que para su mejor interpretación se representó en porcentajes (abundancia relativa).

La diversidad se estimó mediante los índices de diversidad de Shannon - Wiener ( $H'$ ), el índice de dominancia de Simpson ( $\gamma$ ), los "Números de diversidad de Hill": Exponencial de Shannon e Inversa de Simpson.

El índice de Shannon expresa equidad, el cual varía de  $0 - \ln$  de la riqueza de especies ( $S$ ), donde los valores cercanos a cero representan una diversidad baja y

los cercanos a lnS representan una diversidad alta (Magurran & MacGill, 2011).

Para este estudio, el índice fue calculado con logaritmo neperiano (ln):

$$H = -\sum(ni/N) * \ln (ni/N)$$

El índice de dominancia de Simpson toma valores cercanos a 0, cuando las abundancias son muy disperejas (hay especies dominantes) y cuando se acerca a 1, es porque las especies presentan abundancias muy homogéneas (equidad). La fórmula empleada para calcular este índice fue:

$$\lambda = \sum(pi)^2$$

El exponencial de Shannon (N1) y la inversa de Simpson (N2), indica las especies efectivamente presentes o importantes, en función a la equitatividad de las especies dentro de una muestra y adquiere el valor máximo de "S" cuando las abundancias de todas las especies son iguales.

$$N1 = e^H$$

$$N2 = 1/\lambda$$

### 3.8.2 Comparación de la riqueza, abundancia y diversidad

La comparación entre las especies de bromelia tanto en términos de riqueza como de abundancias, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann – Withney, utilizando las siguientes fórmulas:

$$U_1 = n_1n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = n_1n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_2$$

Donde n1 y n2 son los tamaños respectivos de cada muestra; R1 y R2 es la suma de los rangos de las observaciones de las muestras 1 y 2 respectivamente.



Para comparar la diversidad entre ambas plantas, se utilizó una prueba de t modificada (Moreno, 2001). Además se calculó el índice de similitud de Sorensen para datos cuantitativos, cuyo intervalo de valores va de 0 cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando los dos hábitats son similares (Moreno, 2001) y fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$I_{Sorensen} = \frac{2 pN}{aN + bN}$$

Donde aN es el número total de individuos en el sitio A; bN es el número total de individuos en el sitio B y pN es la sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.

### **3.8.3 Correlación entre los parámetros estudiados con la riqueza y abundancia**

Con el fin de establecer el grado de asociación entre los parámetros estudiados con la riqueza y abundancia de macroartrópodos acuáticos presentes en cada bromelia, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. Este coeficiente puede asumir valores de -1 a +1, indicando con el signo la dirección de la correlación (correlación directa o inversa).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n (n^2 - 1)}$$

Donde n es el número de parejas y d es la diferencia entre los correspondientes estadísticos de orden de x - y.

La información registrada durante el estudio fue compilada en una base de datos, mediante el programa Microsoft Office Excel 2010. Para calcular los estimadores de riqueza, se utilizó el programa EstimateS Versión 8.2. Los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Hill se calcularon a través del programa PRIMER 6.0. El programa BioEstat 5.0, se utilizó para analizar la comparación de riqueza y abundancia de los macroartrópodos acuáticos entre especies bromeliáceas y también para calcular el coeficiente de correlación de Spearman. El coeficiente de Similitud de Sorensen cuantitativo se calculó mediante el programa PAST 2.09.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Composición, riqueza, abundancia total y diversidad

###### 4.1.1 Composición

En todo el estudio se identificaron 18 familias, seis órdenes y dos clases, asimismo se registraron cinco grupos funcionales: raspadores, colectores, fragmentadores, colectores – filtradores y predadores. Todos los especímenes colectados pertenecieron a formas inmaduras, principalmente del orden Diptera y Coleoptera (Cuadro 1).

La composición taxonómica a nivel de familias fue muy similar, ya que la mayoría de las familias fueron registradas en ambas plantas (13) y pocas estuvieron restringidas a una especie de bromelia en particular, como en el caso de Bibionidae, Calliphoridae y Machilidae que se registraron sólo en *T. superba*.

A nivel de morfoespecie la composición varió entre las plantas de estudio, 29 morfoespecies estuvieron compartidas en ambas bromelias, 7 morfoespecies fueron registradas sólo en *T. superba* y 12 fueron exclusivas de *G. gloriosa*.

Se observaron algunos dípteros (Syrphidae, Culicidae y Ceratopogonidae), realizando sus actividades (alimentación, oviposición, etc.) alrededor de las bromelias de estudio, así como también algunos de sus huevos (Anexo 6). Asimismo, es conveniente señalar la presencia de *Gastrotheca antoniiochoai* (Anura : Hemiphractidae), que aunque no pertenece a la comunidad de estudio, fue encontrado en la fitotelma de la bromelia (Anexo 7).

**Cuadro 1.** Composición de macroartropodos acuáticos asociados a *Tillandsia superba* y *Guzmania gloriosa* en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

Clase	Orden	Familia	Subfamilia	Morfoespecie	Abundancia			Grupo Funcional
					GG	TS	Total	
Insecta	Diptera	Bibionidae	Pleciinae	<i>Plecia</i> sp. 1	0	5	5	R
		Calliphoridae		<i>Calliphoridae</i> sp. 1	0	1	1	D
		Ceratopogonidae		<i>Ceratopogonidae</i> sp. 1	25	10	35	P
				<i>Ceratopogonidae</i> sp. 2	2	0	2	P
				<i>Ceratopogonidae</i> sp. 3	7	0	7	P
				<i>Ceratopogonidae</i> sp. 4	1	1	2	P
				<i>Ceratopogonidae</i> sp. 5	2	0	2	P
		Chironomidae		<i>Chironomidae</i> sp. 1	35	76	111	C
				<i>Chironomidae</i> sp. 2	1	1	2	C
		Culicidae	Culicinae	<i>Culex</i> sp. 1	1	5	6	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 1	4	9	13	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 2	3	46	49	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 3	2	7	9	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 4	0	7	7	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 5	1	5	6	CF
				<i>Culicinae</i> sp. 6	6	18	24	CF
				<i>Haemogogus</i> sp. 1	40	21	61	CF
		Dolichopodidae		<i>Dolichopodidae</i> sp. 1	1	5	6	P
		Ephydriidae		<i>Ephydriidae</i> sp. 1	1	0	1	C
				<i>Ephydriidae</i> sp. 2	2	0	2	C
		Muscidae		<i>Muscidae</i> sp. 1	1	1	2	P
		Psychodidae	Psychodinae	<i>Pericoma</i> sp. 1	10	18	28	C
				<i>Pericoma</i> sp. 2	1	0	1	C
		Sciaridae		<i>Sciaridae</i> sp. 1	28	33	61	D
				<i>Sciaridae</i> sp. 2	2	2	4	D
		Syrphidae	Eristalinae	<i>Chrysogaster</i> sp. 1	5	9	14	C
				<i>Chrysogaster</i> sp. 2	0	2	2	C
				<i>Eristalis</i> sp. 1	39	4	43	C
				<i>Eristalis</i> sp. 2	57	24	81	C
			Syrphinae	<i>Pipiza</i> sp. 1	3	13	16	C
				<i>Syrphidae</i> sp. 1	0	2	2	C
		Tipulidae	Limoninae	<i>Limonia</i> sp. 1	181	226	407	F
<i>Limonia</i> sp. 2	121			125	246	F		
	Tipulinae	<i>Tipulinae</i> sp. 1	30	30	60	F		
		<i>Tipulinae</i> sp. 2	0	1	1	F		

Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae		Hydrophilidae sp. 1	1	0	1	P
				Hydrophilidae sp. 2	1	1	2	P
				Hydrophilidae sp. 3	1	0	1	P
		Scirtidae	Scirtinae	Cyphon sp. 1	1156	519	1675	F
				Elodes sp. 1	19	2	21	F
				Scirtes sp. 1	9	5	14	F
	Heteroptera	Velidae		Velidae sp. 1	1	1	2	P
	Neuroptera	Osmylidae		Osmylidae sp. 1	2	2	4	P
				Osmylidae sp. 2	1	0	1	P
				Osmylidae sp. 3	2	0	2	P
Archaeognatha	Machilidae		Machilidae sp. 1	0	1	1	D	
Arachnida	Acari		Acaro sp. 1	1	0	1	D	
			Acaro sp. 2	3	0	3	D	

Leyenda: GG = *Guzmania gloriosa*, TS = *Tillandsia superba*; R = Raspador ; F = Fragmentador, P = Predador, C = Colector, CF = Colector filtrador, D = Indeterminado.

#### 4.1.2 Riqueza

Se registró un total de 48 morfoespecies durante todo el estudio, sin embargo se observó ligeras variaciones de riqueza por especie de bromelia (Figura 9). El mayor número de morfoespecies se colectó en *G. gloriosa* (41), mientras que en *T. superba* se registraron 36 morfoespecies.

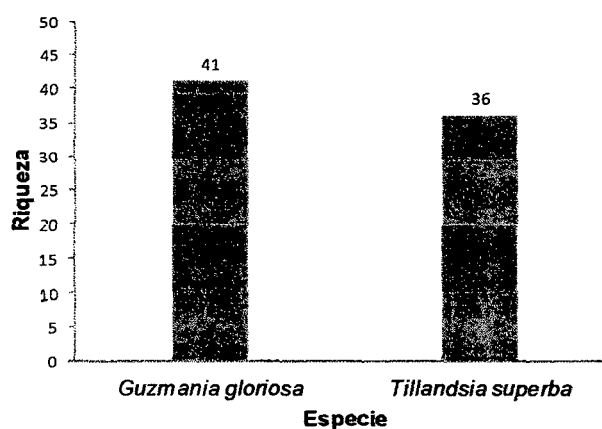


Figura 9. Riqueza de macroartrópodos acuáticos por bromeliácea en el CIW.

Cusco – Perú. 2011.

El orden Diptera fue el taxón con mayor riqueza, tanto a nivel de familias como de morfoespecies (35 morfoespecies pertenecientes a 12 familias), seguida de Coleoptera (6 morfoespecies distribuidas en 2 familias) y Neuroptera (3 morfoespecies con una sola familia). Los taxa Acari, Archaeognath: 30 Heteroptera estuvieron representados por una sola familia cada una y menos de 3 morfoespecies (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Riqueza de familias y morfoespecies por orden registrados en bromeliáceas del CIW. Cusco – Perú. 2011.

Orden	N° de Familias	N° de morfoespecies
Diptera	12	35
Coleoptera	2	6
Neuroptera	1	3
Acari	1	2
Archaeognatha	1	1
Heteroptera	1	1

Fuente: Ficha de campo 2011

Los estimadores de riqueza indicaron un bajo porcentaje de eficacia del muestreo en *G. gloriosa*, comprendiendo entre 70% y 78% de las especies esperadas, por otro lado, las curvas de singletons y doubletons no se estabilizaron lo que evidencia que el muestreo fue deficiente (Figura 10).

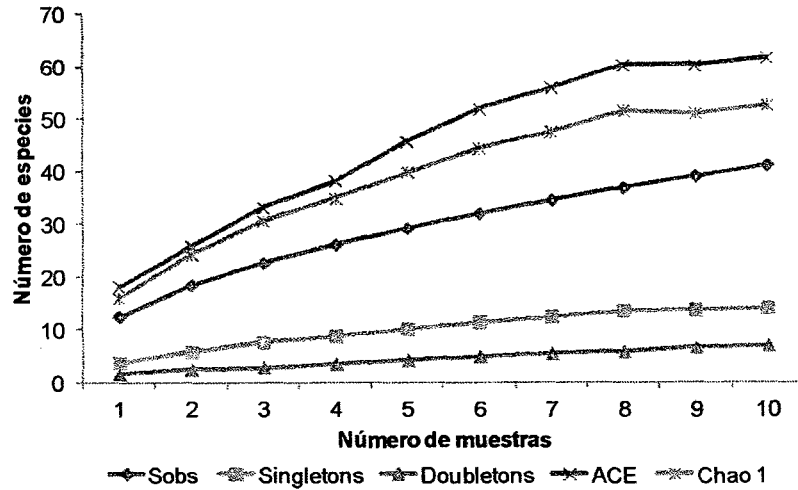


Figura 10. Curva de acumulación de macroartrópodos acuáticos en *G. gloriosa* en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

Para *T. superba*, los estimadores de riqueza mostraron una representatividad entre el 84 y 88 % y las curvas de acumulación no estuvieron muy alejadas del número de especies observadas, lo que indica que se realizó un muestreo regular. Asimismo, las especies singletons y doubletons mostraron una reducción en número, lo cual prueba un muestreo aceptable (Figura 11).

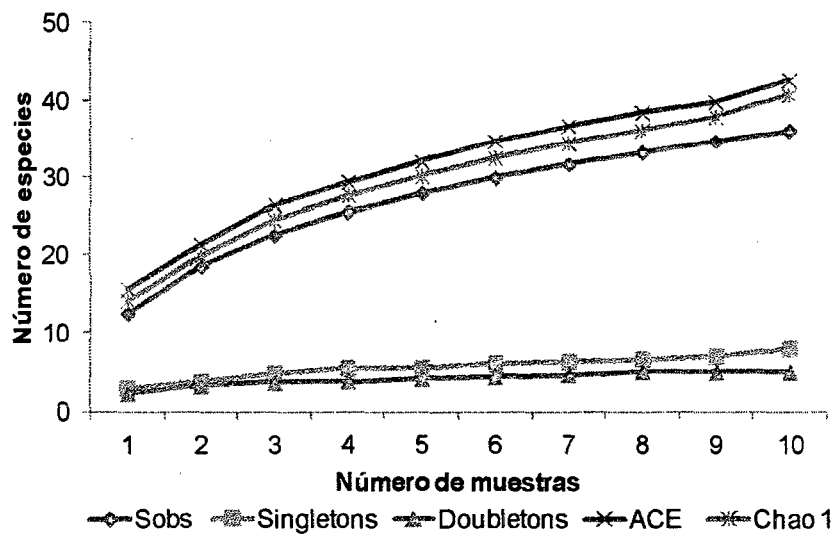


Figura 11. Curva de acumulación de macroartrópodos acuáticos en *T. superba* en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

Debido a que las curvas de los estimadores no alcanzaron una estabilidad, se puede deducir que se necesita un mayor esfuerzo de muestreo para que las curvas se estabilicen y lleguen a la asíntota. Sin embargo, los valores de representatividad de los muestreos se mantuvieron por encima de 70%, lo que permite suponer que los muestreos en ambas especies bromeliáceas constituyeron una muestra representativa de la comunidad estudiada.

#### 4.1.3 Abundancia total

En todo el estudio se colectaron 3047 individuos, de los cuales 1809 (59%) se observó en *Guzmania gloriosa* y 1238 (41%) en *Tillandsia superba* (Figura 12). Asimismo, en *G. gloriosa*, Coleóptera fue el más abundante con 1187 (62%), seguido del orden Díptera con 527 (34%); en cambio, en *T. superba* predominó el orden Díptera con 707 (56%), seguido de Coleóptera con 612 (42%). Heteroptera, Neuroptera y Archaeognatha obtuvieron menos del 1% de la abundancia total.

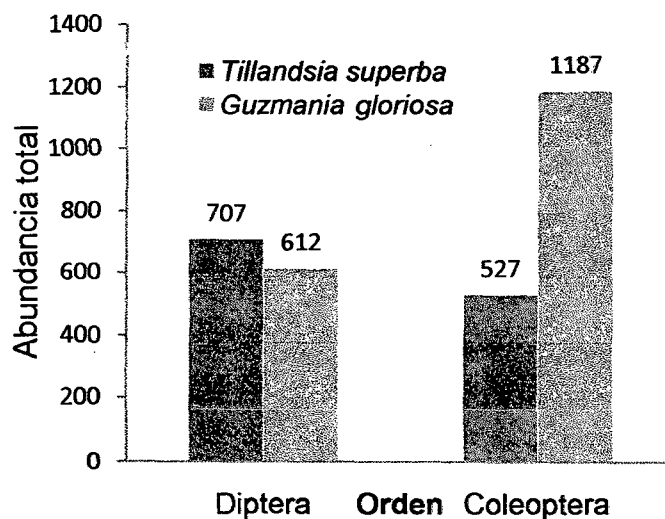
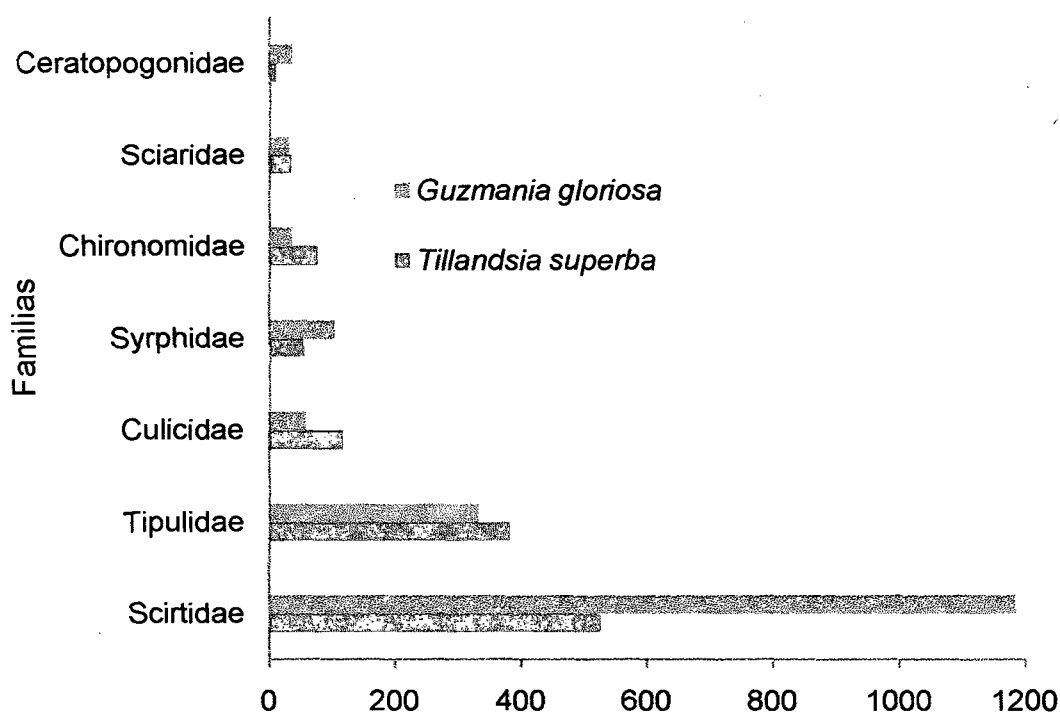


Figura 12. Abundancia de los órdenes representativos de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.



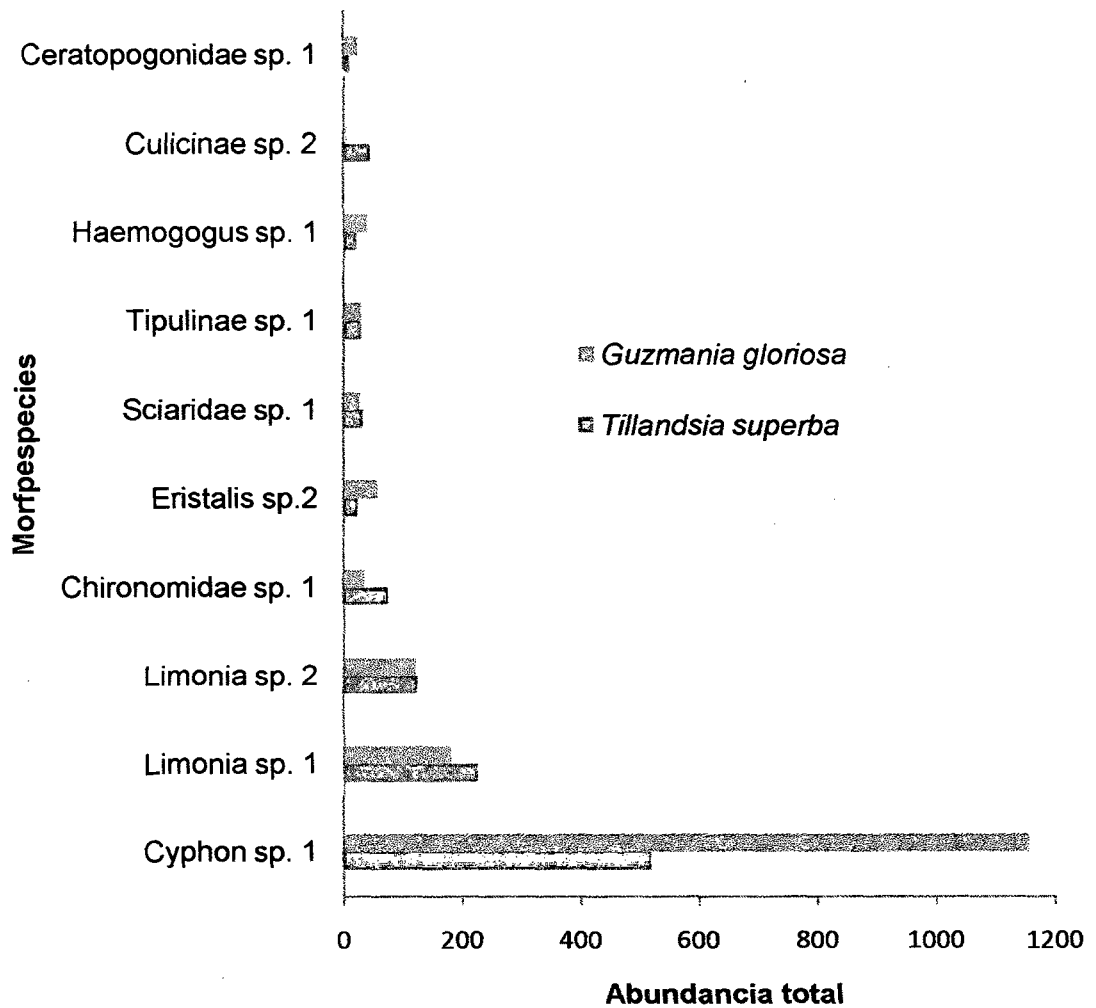
Las familias más abundantes de todo el estudio fueron: Scirtidae (58%), Tipulidae (24%), Culicidae (6%), Syrphidae (5%), Chironomidae con el 4%, Sciaridae (2%) y Ceratopogonidae (2%); esta misma tendencia se observó para las abundancias por especie de bromelia (Figura 13). Otras familias como Osmylidae, Velidae, Machilidae, Ephydriidae, Bibionidae y Calliphoridae representaron menos del 3% del total de individuos.



**Figura 13.** Abundancia de las familias representativas de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

En todo el muestreo, cuatro morfoespecies constituyeron el 80% de las colectas, entre ellas *Cyphon* sp. 1 con 1675 individuos (55%), *Limonia* sp. 1 con 407 (13%), *Limonia* sp. 2 con 246 (8%) y *Chironomidae* sp. 1 con 111 que representan el 4% del total de individuos (Figura 14). Entre las morfoespecies menos abundantes

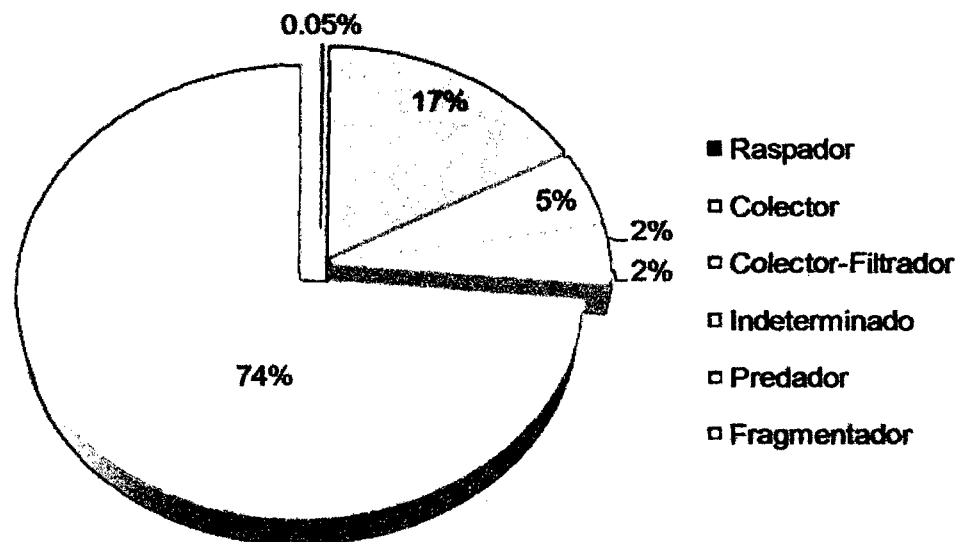
están *Calliphoridae* sp. 1, *Pericoma* sp. 2, *Machilidae* sp. 1, *Hydrophilidae* sp. 2 y *Osmylidae* sp. 2, representadas por un solo individuo.



**Figura 14.** Abundancia de las morfoespecies representativas de macroartrópodos acuáticos por especie de bromelia en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

Los fragmentadores fue el grupo funcional más abundante, representado por la familia Scirtidae y Tipulidae con el 74% de las colectas; seguido de los colectores representado principalmente por las familias Syrphidae y Chironomidae con el

17% de las colectas. Los predadores (Hydrophilidae, Osmylidae y Ceratopogonidae) agruparon el 2% y los raspadores (Bibionidae) menos del 1%, (Figura 15). El 2% de la muestra no se logró clasificar, por lo que se optó por asignarle la categoría de "Indeterminado", esto debido a la deficiencia de información existente.



**Figura 15.** Abundancia de grupos funcionales de macroartrópodos acuáticos en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

#### 4.1.4 Diversidad

Los índices de diversidad evidencian una baja diversidad para todo el muestreo; sin embargo, se muestra ligeras variaciones por especie de bromelia. Según el índice de diversidad de Shannon, *T. superba* mostró un valor más alto ( $2.1 \pm 0.3$ ) frente a *G. gloriosa* ( $1.6 \pm 0.33$ ). En cuanto al índice de dominancia de Simpson, *G. gloriosa* obtuvo  $0.43 \pm 0.14$  y *T. superba*  $0.23 \pm 0.07$ , es decir las abundancias de los macroartrópodos acuáticos en *Guzmania gloriosa* fueron más

homogéneas que las abundancias encontradas en *Tillandsia superba*, donde se encontraron especies muy dominantes (Cuadro 3).

Los números de Hill reafirman una diversidad baja para todo el muestreo (N1 = 6.29; N2 = 3.02) y por bromelia, es decir hay pocas especies abundantes y muchas especies representadas por pocos individuos (raras), a pesar de ello *T. superba* presenta un mayor número efectivo de especies.

**Cuadro 3.** Índices de diversidad de macroartrópodos acuáticos total y por especie de bromelia ( $\pm$  DS) en el CIW. Cusco – Perú. 2011.

Índices de diversidad	Total	<i>T. superba</i>	<i>G. gloriosa</i>
Shannon	1.84 $\pm$ 0.42	2.1 $\pm$ 0.3	1.6 $\pm$ 0.33
Simpson	0.33 $\pm$ 0.09	0.22 $\pm$ 0.07	0.42 $\pm$ 0.14
N1	6.29	2.34	4.74
N2	3.02	4.41	8.16

Fuente: Ficha de campo 2011

#### 4.2. Comparación entre bromeliáceas

Según la prueba estadística de Mann-Whitney, no existen diferencias significativas entre la abundancia de macroartrópodos acuáticos colectados en *T. superba* y *G. Gloriosa* ( $U= 26$ ,  $p>0,05$ ) y tampoco se evidencia diferencias significativas entre la riqueza obtenida en ambas plantas ( $U= 49$ ,  $p>0.05$ ). Por otro lado, según la prueba de  $t$  no se encontraron diferencias significativas entre las diversidades de ambas plantas ( $t = 9.6$ ,  $p>0.05$ ); es decir ambas bromelias son similares en abundancia, riqueza y diversidad.

De igual manera, el índice de Sorensen (0.68) indicó un alto grado de similitud entre ambas bromelias, tanto en composición como en abundancia. Por lo anterior, se deduce que estas variables no están relacionadas con una especie de bromelia en particular.

#### 4.3. Relación entre parámetros

El promedio de los parámetros morfológicos estudiados (número de hojas, altura de la planta y número de cavidades) variaron notablemente por especie de bromelia, sin embargo los parámetros fisicoquímicos como la temperatura, el pH, volumen de agua y cantidad de materia orgánica fueron muy similares en ambas plantas (Cuadro 4).



**Cuadro 4.** Promedio de parámetros ( $\pm$  DS) por especie de bromelia en el CIW,  
Cusco – Perú, 2011.

<b>Parámetros</b>	<b><i>T. superba</i></b>	<b><i>G. gloriosa</i></b>
<b>N° hojas</b>	45.3 $\pm$ 4.69	35.7 $\pm$ 3.5
<b>Altura – planta (cm)</b>	97.9 $\pm$ 7.5	92.8 $\pm$ 3.39
<b>N° cavidades</b>	29.6 $\pm$ 5.31	21.1 $\pm$ 2.03
<b>Volumen agua (ml)</b>	595.2 $\pm$ 260.2	520.8 $\pm$ 280.38
<b>Temperatura (C°)</b>	14.18 $\pm$ 1.75	13.29 $\pm$ 1.48
<b>pH</b>	4.85 $\pm$ 0.53	4.87 $\pm$ 0.2
<b>Materia orgánica (g)</b>	251.3 $\pm$ 90.71	247.35 $\pm$ 70.49
<b>Altura – suelo (m)</b>	3.39 $\pm$ 0.57	4.13 $\pm$ 0.65

Fuente: Ficha de campo 2011.

Al efectuar el análisis de correlación de Spearman, se verificó que la mayoría de los parámetros estudiados no obtuvieron una correlación estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) con la riqueza y abundancia de macroartrópodos acuáticos (Cuadro 5). Para *G. gloriosa*, sólo el volumen de agua tuvo correlación positiva significativa con la abundancia ( $r=0.58$ ,  $p=0.041$ ). En *T. superba* se observó que el número de cavidades ( $r=0.6$ ,  $p=0.04$ ), volumen ( $r=0.7$ ,  $p=0.02$ ) y el pH ( $r=0.83$ ,  $p=0.01$ ) mostraron correlación positiva significativa con la abundancia, por lo tanto, la abundancia de macroartrópodos acuáticos aumenta conforme se incrementa el número de cavidades en la planta, el volumen y el pH del agua en el tanque.

Por otro lado, algunas de las variables estudiadas no tuvieron ningún tipo de correlación ( $r = 0$ ), como se observó en *Guzmania* entre la temperatura y la riqueza, y en *Tillandsia* entre el número de hojas y la riqueza.

**Cuadro 5.** Correlación de Spearman entre la abundancia y riqueza de macroartrópodos acuáticos y los parámetros estudiados.

Parámetros	Valores	Tillandsia		Guzmania	
		Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
N° de hojas	<i>r</i>	-0.4	*	0.38	0.28
	<i>p</i>	0.3		0.27	0.42
Altura - planta	<i>r</i>	0.44	0.23	-0.33	-0.17
	<i>p</i>	0.2	0.59	0.34	0.63
N° de cavidades	<i>r</i>	<b>0.6</b>	0.32	0.13	-0.13
	<i>p</i>	<b>0.04</b>	0.36	0.71	0.7
Volumen	<i>r</i>	<b>0.7</b>	<b>0.62</b>	<b>0.58</b>	0.48
	<i>p</i>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.041</b>	0.15
Temperatura	<i>r</i>	-0.5	-0.7	-0.21	*
	<i>p</i>	0.17	0.09	0.54	
pH	<i>r</i>	<b>0.83</b>	0.55	-0.4	-0.43
	<i>p</i>	<b>0.01</b>	0.13	0.26	0.21
Materia orgánica	<i>r</i>	0.6	0.32	0.55	0.2
	<i>p</i>	0.6	0.4	0.68	0.6
Altura - suelo	<i>r</i>	*	0.37	0.38	-0.31
	<i>p</i>		0.28	0.28	0.4

Fuente: Ficha de campo 2011

(\*) Indica que no hay correlación y valores en negrita denotan correlación significativa ( $p < 0.05$ ).

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Composición, riqueza, abundancia total y diversidad**

#### **5.1.1. Composición**

La composición de macroartrópodos acuáticos estuvo representada en su gran mayoría por la clase Insecta, esto concuerda con lo obtenido por autores como Ospina – Bautista *et al.* (2004) y Liria (2007); posiblemente este hecho este relacionado a que los insectos acuáticos cuentan con múltiples adaptaciones que les permite dominar cualquier cuerpo de agua, sumada a su alta capacidad de dispersión dada por la foresia y el vuelo (Merritt *et al.*, 2008), esta última característica es muy importante ya que les permite colonizar fácilmente ambientes alejados del suelo como las bromelias epifitas.

La mayoría de macroartrópodos colectados pertenecieron a formas inmaduras, lo cual coincide con los resultados de Richardson (1999) y Mestre *et al.* (2001), quienes encontraron una alta frecuencia de formas inmaduras en bromelias, quizás esto se deba a que los adultos de muchos macroartrópodos necesitan del agua para completar su ciclo biológico, para lo cual las hembras buscan refugios y lugares de oviposición como las bromelias, que les ofrece agua y alimento asegurado para el desarrollo de sus estadios larvales, tal como lo afirma Frank & Lounibos (2009).

Algunos autores como Medina (2006), Liria (2007) y Jabiol *et al.* (2009) reportan en la composición taxonómica, la presencia de algunos taxa como Odonata, Trichoptera y Ephemeroptera, que no han sido documentados en el presente



estudio. Probablemente la oxidación de la abundante materia orgánica acumulada, provoca la disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto, que a su vez restringiría a ciertos taxa que respiran por branquias y que no toleran bajas concentraciones de oxígeno, como lo refiere Stehr (1991) para los taxa antes mencionados.

Por otro lado, las bajas concentraciones de oxígeno, condiciona la presencia de ciertos taxa como Syrphidae y Psychodidae, que respiran a través de sifones respiratorios y resisten condiciones de anoxia (Domínguez & Fernández, 2009). Yee & Willig (2007), mencionan que estas familias son comúnmente reportadas en lagunas sépticas, donde las concentraciones de oxígeno son mínimas.

El hecho de que en la comunidad estudiada se haya encontrado muchos grupos funcionales, reflejan los distintos recursos que la bromelia provee a estos organismos y revela la compleja red trófica existente dentro de la fitotelma, que incluye consumidores primarios (raspadores y detritívoros) y secundarios (depredadores), resultados similares fueron obtenidos por Stuntz *et al.* (2002) y Ospina – Bautista *et al.* (2004).

El rol que cumplen los grupos funcionales en el procesamiento de materia orgánica dentro de la fitotelma, acelera y facilita la asimilación de nutrientes para la bromelia (Ngai & Srivastava, 2006), al degradar las partículas grandes en micropartículas de fácil absorción, que son tomadas por la planta a través de los tricomas foliares localizados en la base de las hojas (Fish, 1976).

### 5.1.2. Riqueza

En cuanto a la riqueza, el número de morfoespecies obtenidas en este estudio superó a trabajos similares realizados por Araujo *et al.* (2007), Liria (2007) y Montero *et al.* (2010), quienes reportaron entre 19 y 40 morfoespecies. A pesar que estos autores abarcaron comunidades más grandes, como las de macroinvertebrados acuáticos que supone una riqueza mayor, se debe tener en cuenta que los estudios se realizaron en ecosistemas diferentes a los bosques nublados.

Es preciso señalar que autores como Mestre *et al.* (2001), Liria (2007) y García (2008), no tuvieron en cuenta en sus muestreos el grado de exposición solar de la planta; este factor como lo menciona Schowalter (2006), influye directamente en la dinámica de ecosistemas acuáticos. La escasa exposición solar que recibieron las bromelias en este estudio pudo haber influenciado en la riqueza, ya que al encontrarse en lugares sombreados, las bromelia están menos expuestas a ocurrencias de altas temperatura y eventos de desecación que restringiría el número de especies acuáticas que pueden colonizar con éxito los tanques.

El orden Díptera fue el grupo con mayor riqueza, tanto en familias como en morfoespecies, resultados similares fueron referidos por Greeney (2001), Frank *et al.* (2004), Liria (2007) y Jabiol *et al.* (2009), sin embargo tanto las familias y las morfoespecies registradas por dichos autores fueron diferentes a las del presente estudio, esto puede ocurrir debido a que estos trabajos se realizaron en

ecosistemas distintos, con características ambientales diferentes, que a su vez albergan una fauna distinta y particular.

Otro factor que se debe tener en cuenta es el tamaño de las plantas estudiadas, las bromelias más grandes como *T. superba* tienen más probabilidades de ser descubiertos y colonizados por los macroartrópodos y en consecuencia pueden contener poblaciones más grandes y una mayor riqueza de especies.

### **5.1.3. Abundancia total**

En todo el estudio se colectaron un total de 3047 individuos, siendo superior a lo obtenido por Liria (2007), quien colectó 2020 individuos durante todo el año. Probablemente esto se deba al método de colecta empleado, ya que el autor antes mencionado utilizó dispositivos de succión con jeringas para extraer la fauna fitotelmata, lo que excluyó a muchos individuos del muestreo.

Ospina – Bautista *et al.* (2004), registraron en su estudio más de 4000 individuos, de igual manera Montero *et al.* (2010), registraron 3053 individuos, cifras que superaron a la del presente trabajo, sin embargo se debe considerar que estos autores colectaron un mayor número de bromelias.

Diptera y Coleoptera fueron los taxa más abundantes en el estudio, lo que concuerda con los resultados de autores como López & Iglesias (2001), Paradise (2004) y Yanoviak *et al.* (2006), quienes también reportan a estos órdenes como los más abundantes en distintos fitotelmata. La abundancia elevada de Diptera puede estar relacionada a las adaptaciones morfológicas que poseen, entre las que destacan los sifones y espiráculos respiratorios (Stehr, 1991), que les facilita

la absorción de oxígeno del aire incluso en condiciones de anoxia, y les permite proliferar sin problemas.

La familia Scirtidae (Coleoptera) también obtuvo abundancias elevadas, con más del 50% del total de individuos, concordando con los resultados de Armbruster *et al.* (2002). Quizás la cantidad de hojarasca retenida en las bromelias pudo influenciar en su abundancia, ya que las larvas de estos insectos prefieren hábitats con abundante materia orgánica para su alimentación (Stehr, 1991). Resultados similares también observaron Mestre *et al.* (2001) en *Vriesea inflata* y Richardson (1999) en *Guzmania* sp. donde domina la familia Scirtidae.

En el presente estudio, los cinco taxa más abundantes representaron cerca del 80% del total de individuos, concordando con los resultados de Jabiol *et al.* (2009). La excesiva dominancia de ciertas especies podría llevar a considerarlas especialistas, como lo menciona Yee & Willig (2007).

La mayoría de plantas colectadas fueron bromelias dendrófilas, lo que condiciona que estas colecten una mayor cantidad de hojarasca en comparación con las bromelias anemófilas que están relacionadas a áreas abiertas. Lo anterior explicaría la dominancia de fragmentadores y colectores, ya que estos se alimentan de materia orgánica particulada gruesas (Merritt *et al.*, 2008), asimismo la sombra limita la actividad fotosintética en el tanque y explicaría la escasa presencia de raspadores, cuya principal fuente de alimento son algas (Stehr, 1991).

Teniendo en cuenta la elevada abundancia de los Scirtidos registrados y su función como fragmentadores de materia orgánica, se puede esperar que procesen una gran cantidad de hojarasca en la fitotelmata. Según Schmidl *et al.* (2008), este hecho es muy importante ya que intervienen en el reciclaje de los nutrientes y el proceso de circulación de los minerales del sistema, la cual se ve facilitado por el vuelo de las formas adultas hacia otras zonas del bosque.

#### **5.1.4. Diversidad**

Según los índices de diversidad de Shannon y Simpson, la diversidad de macroartrópodos acuáticos resultó baja (1.84 y 0.33 respectivamente) a pesar de la elevada riqueza encontrada, es oportuno mencionar que los valores y la sensibilidad de cada índice, se encuentran muy ligados a la equitatividad de las abundancias, tal como lo menciona Moreno (2001).

El índice de Simpson sugiere una marcada dominancia de especies, esto genera una uniformidad baja y por lo tanto disminución en la diversidad. Posiblemente la comunidad está limitada por un factor o recurso específico que es utilizado de mejor manera por pocas especies (especialistas), poniendo en desventaja a otras y generando una notable dominancia.

Según Yanoviak (2001), las señales visuales permiten a los insectos encontrar hábitats adecuados a largas distancias, de este modo, el color rojo atrae un mayor número de colonizadores a la fitotelma. Este hecho pudo beneficiar a *Tillandsia superba*, ya que posee una llamativa espiga color rojo que pudo atraer

una mayor cantidad de hembras de diferentes especies, aumentando de este modo la diversidad en esta planta.

Los números de Hill, muestran claramente que en ambas especies de bromelias predominaron las especies raras (poco comunes) sobre las abundantes, es decir, hubo un elevado número de especies no abundantes que no contribuyeron de manera efectiva a la diversidad de especies, estos resultados fueron evidentes, ya que de acuerdo a estudios ecológicos, por lo general en las comunidades de insectos hay pocas especies abundantes y muchas raras (Schowalter, 2006).

Es importante señalar que los índices de diversidad de Shannon y Simpson son los más populares en la literatura (Jost, 2006), los cuales permiten establecer comparaciones con otros trabajos de características similares; sin embargo la interpretación biológica de estos índices es difícil y la transformación logarítmica de los datos representa limitaciones matemáticas que conllevan a confundir sus valores y tomar decisiones erróneas para la conservación (Jost *et al.* 2010).

Debido a lo anterior, algunos autores como Moreno (2001) y Jost (2006), recomiendan medir la diversidad con los números de Hill (Exponencial de Shannon e Inversa de Simpson). El último autor refiere que estos índices calculan el número efectivo de especies presentes en una muestra y el grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies.

## 5.2. Comparación entre bromelias

Aunque se encontraron diferencias entre las plantas en cuanto a riqueza y abundancia, la prueba de Mann Whitney y el índice de similitud de Sorensen revelan que no existen diferencias significativas para considerarlas distintas, concordando con los resultados de Sodré *et al.* (2010), quien reporta que la comunidad fitotelmica en *Neoregelia conc trica* y *Achmea nudicaulis* es la misma.

Aunque se encontraron diferencias entre las plantas en cuanto a riqueza y abundancia, la prueba de Mann Whitney y el índice de similitud de Sorensen revelaron que no existen diferencias significativas para considerarlas distintas, concordando con los resultados de Sodré *et al.* (2010) quien reporta que la comunidad fitot mica en *Neoregelia conc trica* y *Achmea nudicaulis* es la misma.

Lo anterior se puede explicar si tenemos en cuenta que las condiciones microclimáticas y fisicoquímicas dentro de las bromelias son similares (observaciones personales), de igual manera las interacciones ecológicas como la predación y competencia son las mismas en ambas especies bromeliáceas.

Otro aspecto importante a considerar, es la presencia de quebradas cerca a la zona de muestreo, que pudo facilitar la colonización de las bromelias. La probabilidad de que una especie de insecto se disperse desde las quebradas aledañas hacia las bromelias es igual para ambas plantas ya que estas se encontraban en la misma zona de estudio, de este modo la similitud en la

composición de ambas plantas serían similares. Esta hipótesis es reforzada por López & Iglesias (2001), quienes mencionan que las bromelias son susceptibles a invasiones de colonizadores provenientes de otros cuerpos de agua dulce.

### **5.3. Relación entre parámetros**

Algunos autores como Machado - Allison *et al.* (1986) y Armbruster *et al.* (2002), encontraron una clara relación entre el número de hojas y el número de individuos y especies. A pesar de lo anterior, en este trabajo no se encontró dicha relación, quizás porque se contabilizaron tanto hojas “vivas” como “muertas”, y el autor antes mencionado sólo contabilizó el número de hojas vivas.

La altura de la planta no presentó correlación con la abundancia y riqueza, estos resultados concuerdan con los de Opsina – Bautista *et al.* 2004, quienes mencionan que las diferencias a nivel de medidas morfológicas de las bromelias tales como altura de la planta y largo de la hoja no se relacionan con la comunidad, es decir que no presentan un efecto significativo sobre la riqueza y abundancia. Otros autores, si encontraron correlación con la altura de la planta (Araujo *et al.*, 2007), quizás esta variable se encuentra relacionada con la cantidad de agua y hojarasca, mas no con la altura.

Por otro lado, tampoco se registró correlación con la altura de la bromelia respecto al suelo, probablemente debido a que sólo se colectaron plantas entre 2 y 4 metros. Por el contrario, Yee & Willig (2007), reportan que algunas especies de mosquitos son sensibles a variaciones en altura de la fitotelma a diferentes



estratos del bosque, quizás por que sus colectas abarcaron un rango más amplio de alturas, tanto en el sotobosque como en el dosel.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, los valores de pH obtenidos en el tanque de las bromelias fueron relativamente ácidos, concordando con Schmidl *et al.* (2008), quienes mencionan que esto se debe a la descomposición de la hojarasca y los procesos de respiración y excreción de los miembros de la comunidad, que implican la liberación de ácidos orgánicos y dióxido de carbono que acidifican el medio.

Guimarães – Souza *et al.* (2006), sugieren que el pH y la temperatura son factores claves que determinan la composición en el microecosistema, sin embargo en el presente trabajo sólo se encontró correlación entre la abundancia y el pH; quizás este resultado se deba a que las larvas de la mayoría de las especies de insectos en fitotelmata son especialistas, por lo tanto se encuentran adaptadas a este tipo de hábitat y toleran un amplio rango de condiciones fisicoquímicas, como lo menciona Yanoviak (2001).

Otro factor importante, es la humedad que constantemente rodea los bosques nublados y que a través de la lluvia horizontal provee de agua y nutrientes durante casi todo el año a la bromelia, lo que le confiere un hábitat con humedad y alimento asegurado para una gran cantidad de especies de larvas de insectos.

Al igual que Kitching (2000), Armbruster *et al.* (2002), Araujo *et al.* (2007) y Sodré *et al.* (2010), el presente estudio revela que el volumen de agua y el número de

cavidades presentó una correlación positiva con la abundancia en ambas especies de bromelia, lo cual indica que el agua constituye un recurso importante para los insectos acuáticos que utilizan las bromelias ya sea temporal o permanentemente (Frank & Lounibos, 2009); al incrementarse estas variables, aumentan los recursos para que una mayor cantidad de insectos puedan colonizar la fitotelma, muchos de los cuales ajustan el número de huevos que depositan en base al volumen de agua acumulada en la fitotelma (Yanoviak, 2001).

Richardson *et al.* (2000), documentaron que la abundancia de invertebrados se relaciona positivamente con detritus orgánico total (aunque no de forma significativa), concordando con los resultados del presente estudio. Yanoviak *et al.* (2006), tampoco encontraron correlación con la cantidad de materia orgánica, puede ser que este factor está relacionada con la cantidad de energía disponible, pero no afecta a la riqueza y abundancia de insectos.

Asimismo, Paradise (2004), indica que los recursos alimentarios proporcionan una fuerte señal para la oviposición, ya que las hembras seleccionan los hábitats ricos en recursos alimentarios en lugar de escasos recursos, lo que explicaría la posible correlación entre la abundancia y la cantidad de materia orgánica en la fitotelma.

Aunque no se estudiaron a fondo los procesos ecológicos que ocurren en el microecosistema, se debe tener en cuenta la competencia intra e interespecífica; asociaciones que según Srivastava (2006), pueden influir en la estructura de la

comunidad; para el caso de las dos especies estudiadas sería similar ya que en ambas, el espacio y el recurso alimenticio pudieron ser limitantes y provocar dicha competencia.

Durante las colectas, se pudo observar a individuos de *Gastrotheca antoniiochoai* (Anura), que probablemente usan las bromelias como lugares de ovoposición y alimentación, esta misma especie es referida por Catenazzi & Lehr (2009) como habitantes de bromelias en los bosques nublados. Teixeira *et al.* (2002), señalan que los insectos bromelícolas constituyen una fuente primaria de proteína animal para ciertos anfibios, de tal manera es posible suponer que estos insectos contribuyen en la transferencia de energía al sistema; asimismo Acosta (2009), refiere que algunos de estos insectos son potenciales predadores de renacuajos, reiterando su influencia en el ciclo de nutrientes a través de sus diferentes interacciones.

## VI. CONCLUSIONES

- La composición de la comunidad estudiada estuvo integrada por dos clases, seis ordenes y 18 familias, que a su vez se distribuyeron en cinco grupos funcionales: raspadores, colectores, fragmentadores, colectores – filtradores y predadores.
- Se registró un total de 48 morfoespecies, de las cuales 41 se obtuvo en *G. gloriosa* y 37 en *T. superba*. Las curvas de acumulación de especies revelan que puede existir mayor riqueza de macroartrópodos acuáticos en las bromelias estudiadas.
- La abundancia total de macroartrópodos acuáticos, para *Guzmania gloriosa* fue de 1809 (59%), y 1238 (41%) para *Tillandsia superba*.
- La diversidad de macroartrópodos acuáticos en ambas especies de bromelias fue baja, sin embargo la especie con mayor diversidad fue *Tillandsia superba*.
- No existen diferencias significativas entre las dos especies bromeliáceas en cuanto a número de especies, abundancia total y diversidad de macroartrópodos acuáticos, en ese sentido se puede considerar que la comunidad de macroartrópodos acuáticos es independiente de la especie de bromelia.
- Existe correlaciones positivas significativas entre el volumen de agua con la riqueza y la abundancia; igualmente el número de hojas y el pH con la abundancia.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- En futuros estudios, comparar la estructura de la comunidad entre distintos tipos de fitotelmata (heliconias, bambúes, huecos de árboles) y a diferentes estratos del bosque, así como determinar la especie del forófito.
- Comparar la fauna asociada a la fitotelma y la fauna asociada al follaje de la bromelia, así como estudiar con mayor énfasis las relaciones intra e interespecíficas que ocurren en la planta ya que explicarían mejor los patrones de diversidad en la comunidad.
- Resulta necesario realizar estudios, tanto a nivel estacional (épocas del año) y espacial (gradiente altitudinal), con el objetivo de obtener información más detallada sobre la diversidad de macroartrópodos acuáticos en fitotelmata y de ese modo detectar patrones en las fluctuaciones de dichas comunidades.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A. 2009.** Bioecología de *Dendrobates reticulatus* Boulenger, 1883 (Anura: Dendrobatidae) en varillal alto seco de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos. Tesis para optar el grado académico de doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible. Universidad Nacional Federico Villareal.
- ARAUJO, V.; S. MELO; A. ARAUJO; M. GOMES & M. CARNEIRO. 2007.** Relationship between invertebrate fauna and bromeliad size. *Brazilian Journal of Biology*. 67: 611–617.
- ARMBRUSTER, P.; R. HUTCHINSON & P. COTGREAVE. 2002.** Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos*. 96: 225–234.
- BORROR, D.; C. TRIPLEHORN; & N. JOHNSON. 1989.** An introduction to the study of insects, 6th ed. Saunders College Publ., Philadelphia. 875 pp.
- CATENAZZI, A. & E. LEHR. 2009.** The generic allocation of “*Hyla*” *antoniiochoai* De la Riva & Chaparro, 2005 (Anura), with description of its advertisement call and ecology. *Zootaxa*. 2304: 61–68.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. 2007.** Hotspots – Tropical andes. Consultado el 10 de octubre de 2010. [Online] URL: <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/hotspots/andes>

- COTGREAVE, P.; M.J. HILL & D.A. MIDDLETON. 1993.** The relationship between body size and population size in bromeliad tank faunas. *Biological Journal Linnean Society*. 49: 367–380.
- CUESTA, F.; M. PERALVO & N. VALAREZO. 2009.** Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Serie Investigación y Sistematización # 5. Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION. Quito.
- DOMÍNGUEZ, E. & H. R. FERNÁNDEZ. 2009.** Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 843 pp.
- FISH, D. 1976.** Structure and composition of the aquatic invertebrate community inhabiting epiphytic bromeliads in south Florida and the discovery of an insectivorous bromeliad. Ph.D. Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida.
- FRANK, J.; S. SREENIVASAN; P. BENSHOFF; M. DEYRUP; G. EDWARDS; S. HALBERT; A. HAMON; M. LOWMAN; E. MOCKFORD; R. SCHEFFRAHN; G. STECK; M. THOMAS; T. WALKER & W. WELBORN. 2004.** Invertebrate Animals Extracted From Native Tillandsia (Bromeliales: Bromeliaceae) In Sarasota County, Florida. *Florida Entomologist*. 87 (2): 176–185.
- FRANK, J. & L. LOUNIBOS. 2009.** Insects and allies associated with bromeliads: a review. *Terr Arthropod Rev.* 1(2): 125–153.

- GARCÍA, M. 2008.** Macroartrópodos asociados a la Bromelia *Tillandsia prodigiosa* en dos localidades de Santa Catarina, México. Tesis para obtener el Grado Académico de Maestría en Ciencias.
- GIRARDIN, C.; Y. MALHI & L. ARAGAO. 2010.** Net primary productivity allocation and cycling of carbon along a tropical forest elevational transect in the Peruvian Andes. *Glob Change Biol.* 16: 3176-3192.
- GREENEY, H.F. 2001.** The insects of plant-held waters: a review and bibliography. *Journal of Tropical Ecology.* 17: 241–260.
- GUIMARÃES - SOUZA, B.A.; G. MENDES; L. BENTO; H. MAROTTA; A. SANTORO; F. ESTEVES; L. PINHO; V. FARJALLA & A. ENRICH-PRAST. 2006.** Limnological parameters in the water accumulated in tropical bromeliads. *Acta Limnologica Brasiliensia.* 18: 47–53.
- HAWKING, J.H.; L. SMITH & K. BUSQUE. 2009.** Identification and Ecology of Australian Freshwater Invertebrates. Consultado el 22 de diciembre de 2011. [Online] URL: <http://www.mdfr.org.au/bugguide>.
- HEATHCOTE, S. & J.A. SMITH. 2010.** The Bromeliaceae of Wayqecha Research Centre, Manu National Park, Peru. *Journal of the Bromeliad Society.* 60(6): 241-288.
- JABIOL, J.; B. CORBARA; A. DEJEAN & R. CEREGHINO. 2009.** Structure of aquatic insect communities in tank-bromeliads in a East-Amazonian rainforest in French Guiana. *Forest Ecology and Management.* 257: 351–360.



- JOST, L. 2006.** Entropy and diversity. *Oikos*. 113: 363-375.
- JOST, L.; P. DEVRIES; T. WALLA; H. GREENEY; A. CHAO & C. RICOTTA. 2010.**  
Partitioning diversity for conservation analyses. *Divers. Distrib.* 16: 65-76.
- KITCHING, R.L. 2000.** Food Webs and Container Habitats. The Natural History and Ecology of Phytotelmata. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- LIRIA, J. 2007.** Fauna Fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*. 14: 33-38.
- LOPEZ, L.C. & R. IGLESIAS. 2001.** Phytotelmata community distribution in tanks of shaded and sun-exposed terrestrial bromeliads from restinga vegetation. *Selbyana*, 22: 219–224.
- MACHADO - ALLISON, C.E; R. BARRERA; L. DELGADO; C. GOMEZ - COVA & J. C. NAVARRO. 1986.** Mosquitos (Diptera: Culicidae) de los Fitotelmata de Panaquire, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*. 12(2): 1-12.
- MAGUIRE, B.J. 1971.** Phytotelmata: biota and community structure determination in plant-held waters. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2: 439 – 464.
- MAGURRAN, A & B. MacGILL. 2011.** Biological diversity – Frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom. 345 pp.
- MEDINA, N. 2006.** Composición de la fauna fitotelmata de *Vriesea gigantea* L. B. Smith y *Aechmea chantinii* (Carr.) Baker (Bromeliaceae), en la Estación

Biológica "Madre Selva" – Rio Orosa. Loreto – Perú. Tesis para obtener el Grado Académico de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

**MERRITT, R.W.; K.W. CUMMINS & M.B. BERG. 2008.** An introduction to the aquatic insects of North America. Cuarta edición. Kendall/Hunt Dubuque, Iowa. 1160 pp.

**MESTRE, L.; J. ARANHA & M. ESPER. 2001.** Macroinvertebrate Fauna Associated to the Bromeliad *Vriesea inflata* of the Atlantic Forest (Paraná State, Southern Brazil) *Brazilian Archives Of Biology And Technology*. 44 (1): 89 – 94.

**MONTERO, G.; C. FERUGLIO & I. BARBERIS. 2010.** The phytotelmata and foliage macrofauna assemblages of a bromeliad species in different habitats and seasons. *Insect Conservation and Diversity*. 3: 92-102.

**MORENO, C.E. 2001.** Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

**OSPINA – BAUTISTA, F.; V. ESTÉVEZ; J. BETACUR & E. REALPE. 2004.** Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque Alto Andino Colombiano. *Acta Zoológica Mexicana*. 20: 153–166.

**PARADISE, C.J., 2004.** Relationship of water and leaf litter variability to insects inhabiting treeholes. *Journal of the North American Benthological Society* 23: 793–805.

- RICHARDSON, B.A. 1999.** The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica*. 31: 321–336.
- RICHARDSON, B.A.; C ROGERS & M.J. RICHARDSON. 2000.** Nutrients, diversity, and community structure of two phytotelm systems in a lower montane forest, Puerto Rico. *Ecological Entomology*. 25: 348–356.
- SCHMIDL, J.; P. SULZER & R. KITCHING. 2008.** The insect assemblage in water filled tree-holes in a European temperate deciduous forest: Community composition reflects structural, trophic and physicochemical factors. *Hydrobiologia*. 598 (1): 285-303.
- SCHOWALTER, T. 2006.** *Insect Ecology – An ecosystem approach*. Second Edition, Oxford Academic Press. 572 pp.
- SODRÉ, V.M.; O. ROCHA & M.C. MESSIAS. 2010.** Chironomid larvae inhabiting bromeliad phytotelmata in a fragment of the Atlantic Rainforest in Rio de Janeiro State. *Braz. J. Biol.*70: 587-592.
- SRIVASTAVA, D.S.; J. KOLASA; J. BENGTSSON; A. GONZALEZ; S. P. LAWLER; T. E. MILLER; P. MUNGUIA; T. ROMANUK; D. C. SCHNEIDER & M. K. TRZCINSKI. 2004.** Are natural microcosms useful model systems for ecology? *Trends in ecology and evolution*. 19: 379 – 384.
- SRIVASTAVA, D.S. 2006.** Habitat structure, trophic structure and ecosystem function: interactive effects in a bromeliad–insect community. *Oecologia*. 149: 493 – 504.

- STEHR, F.W. 1991.** Immature Insects. Vol. 1 and 2. Kendall-Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 2542 pp.
- STUNTZ, S.; C. ZIEGLER; U. SIMON & G. ZOTS. 2002.** Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology*. 18: 171 – 176.
- TEIXEIRA, R.; J. SCHNEIDER & G. ALMEIDA. 2002.** The occurrence of Amphibians in Bromeliads from a southeastern Brazilian resting habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae). *Braz. J. Biol.* 62(2): 263-268.
- TOLEDO, T. 2009.** El bosque de niebla. Conabio. Biodiversitas. 83: 1-6
- TREVIÑO, I. 2008.** Taxonomía y Distribución de la familia Bromeliaceae Juss en el Valle de Kosñipata, Cusco – Perú. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- WITTMAN, P.K. 2000.** The animal community associated with canopy bromeliads of the lowland Peruvian Amazon rain forest. *Selbyana*. 21: 48–51.
- YANOVIK, S. P. 2001.** Container color and location affect macroinvertebrate community structure in artificial treeholes in Panama. *Florida Entomologist*. 84:265–271.
- YANOVIK, S.; L. LOUNIBOS; J. PAREDES & S. WEAVER. 2006.** Deforestation alters phytotelm habitat availability and mosquito production in the Peruvian Amazon. *Ecological Applications*. 16: 1854–1864.

**YEE, D. & M. WILLIG. 2007.** Colonisation of *Heliconia caribaea* by aquatic invertebrates: resource and microsite characteristics. *Ecological Entomology*. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2007.00918.x

# ANEXOS

## ANEXO 1. Autorización de colecta



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0224-2011-AG-DGFFS-DGEFFS

Lima, 07 ABR. 2011

### VISTA:

La solicitud de Autorización para realizar investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora y/o fauna silvestre por el período de hasta un año con código único de trámite N° 35614, recepcionada el 24 de marzo de 2011, presentada por el Sr. Diego Andrés Neyra Hidalgo, identificado con DNI N° 44410518; y,

### CONSIDERANDO:

Que, en fecha 24 de marzo de 2011, el Sr. Diego Andrés Neyra Hidalgo, Bachiller en Ciencias Biológicas de Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, solicita autorización para realizar investigación científica con colecta de flora y/o fauna silvestre, fuera de Áreas Naturales Protegidas, para desarrollar el estudio "Entomofauna Asociada a Bromeliáceas Epífitas del Bosque Nublado en la Estación Biológica Wayqecha, Cusco-Perú"; en el Centro de Investigación Wayqecha en el distrito de Kosñipata, Provincia de Paucartambo, Departamento de Cusco, por el período comprendido entre el 01 de mayo de 2011 hasta el 25 de julio de 2011;

Que, el Decreto Supremo N° 014-2001-AG, Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, establece en el artículo 328° que la investigación científica o estudio que implique colección de especímenes o elementos de la flora y fauna silvestre no vedados y la obtención de datos e información de campo, requiere autorización del INRENA;

Que, la tercera disposición final del D.S. N° 003-2009-MINAM, que eleva a rango de Decreto Supremo a la R.M. N° 087-2008-MINAM y ratifica la aprobación del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, indica que la obtención de permisos, autorizaciones y demás documentos que otorguen entidades públicas, tales como el MINAG y que amparen la investigación, obtención, provisión, transferencia u otro de recursos biológicos, con fines distintos a su utilización como fuente de recursos genéticos, no faculta a sus titulares a utilizar dichos recursos como medio para acceder a los recursos genéticos, ni determinan ni presumen autorización de acceso;

Que, la Resolución Ministerial N° 698-2007-AG que aprueba la publicación del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del ex Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, establece en su numeral 65, los requisitos para la Autorización para realizar extracción de flora y/o fauna silvestre con fines de investigación científica;

Que, en aplicación del último párrafo del artículo 6° de la Resolución Ministerial N° 084-2007-PCM, resulta aplicable el Texto Único de Procedimientos Administrativos a que se hace referencia en el considerando precedente, en tanto el Ministerio de Agricultura culmine con la actualización de su propio Texto Único de Procedimientos Administrativos;

Que, el numeral 16.2 del artículo 16° de la Ley N° 27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General, establece que el acto administrativo que otorga beneficio al administrado se entiende eficaz desde la fecha de su emisión, salvo disposición diferente del mismo acto;

Que, el informe técnico N° 1104-2011-AG-DGFFS-DGEFFS, de fecha 07 de abril del presente año, la Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, concluye que el presente estudio reviste de importancia pues permitirá tener una mejor comprensión de la comunidad de insectos acuáticos dentro de los procesos y roles ecológicos en los bosques nublados, lo que ayudará a conocer la dinámica de este ecosistema y las medidas de conservación que se pueden aplicar. Asimismo, considera procedente otorgar la autorización solicitada de colecta de flora y fauna silvestre con fines de investigación científica en marco del estudio "Entomofauna Asociada a Bromeliáceas Epifitas del Bosque Nublado en la Estación Biológica Wayqecha, Cusco-Perú"; indicando que no se autoriza el acceso a recursos genéticos, en el marco de la tercera disposición final del D.S. N° 003-2009-MINAM, que eleva a rango de Decreto Supremo a la R.M. N° 087-2008-MINAM y ratifica la aprobación del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos;

Que, el citado informe, señala que la solicitante, cumple con todos los requisitos establecidos por el TUPA del ex INRENA para obtener la autorización solicitada;

En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 61° del Decreto Supremo N° 031-2008-AG, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura; que en su inciso n) precisa como funciones de la Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre la de autorizar la extracción de especímenes de flora, fauna silvestre y microorganismos con fines de investigación.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Autorizar la investigación científica con colecta de fauna silvestre de hasta 05 individuos del Orden Amphibia, hasta 03 individuos del Orden Squamata y la colecta de invertebrados del Phylum Arthropoda de hasta 30 individuos por morfotipo, así como la colecta de flora silvestre de muestras botánicas para herbario de los géneros *Tillandsia* y *Guzmania*; fuera de Áreas Naturales Protegidas en el Centro de Investigación Wayqecha en el distrito de Kosñipata, Provincia de Paucartambo, Departamento de Cusco, como parte del estudio "Entomofauna Asociada a Bromeliáceas Epifitas del Bosque Nublado en la Estación Biológica Wayqecha, Cusco-Perú"; por el período de un año a partir de la emisión de la presente Resolución, al siguiente investigador:

DIEGO ANDRÉS NEYRA HIDALGO

DNI N° 44410518

**Artículo 2°.-** El investigador autorizado se compromete a:

- a) Colectar únicamente los especímenes autorizados.
- b) No ceder el material colectado a terceros.
- c) Entregar el 50% del material colectado por tipo de muestra a una institución científica nacional debidamente reconocida. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos, sólo podrán ser exportados en calidad de préstamo.
- d) El material debe ser depositado debidamente preparado e identificado, o de lo contrario, los investigadores que realicen el depósito deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.
- e) No contactar, ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondientes.





- f) Entregar a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre dos (02) copias del informe final en idioma español, como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico y/o slides que puedan ser utilizadas para difusión. Así mismo entregar tres (03) copias de las publicaciones, producto de la investigación realizada en formato impreso y digital, que incluya la lista taxonómica de las especies de fauna y flora objeto de la presente autorización de colecta con las respectivas coordenadas (en formato excel).
- g) Indicar el número de la Resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concebida.

**Artículo 3°.-** La Dirección de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el solicitante de esta autorización, durante la ejecución del proyecto; asimismo, se reserva el derecho de demandar del proyecto de investigación los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se dicten nuevas disposiciones legales o se formulen ajustes sobre la presente autorización.

**Artículo 4°.-** Los derechos otorgados sobre los recursos biológicos no otorgan derechos sobre los recursos genéticos contenidos en ellos, ni autoriza el estudio a nivel genético, de acuerdo con la tercera disposición final del D.S. N° 003-2009-MINAM, que eleva a rango de Decreto Supremo a la R.M. N° 087-2008-MINAM y ratifica la aprobación del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos.

**Artículo 5°.-** El incumplimiento de los compromisos adquiridos podrá ser causal para denegar futuras autorizaciones a nivel institucional.

**Artículo 6°.-** Notificar la presente resolución al solicitante, al Sr. Diego Andrés Neyra Hidalgo, y transcribirla a la Dirección de Información y Control Forestal y de Fauna Silvestre y a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Cusco.

Regístrese y comuníquese



**Ing. Nelida Barbajetata Ramírez**  
Directora de Gestión Forestal y de  
Fauna Silvestre (e)

ANEXO 2. Ficha de campo

Fecha	Hora de colecta	Bromelia	Codigo	N° de hojas	N° de cav.	Altura planta	T° del tanque	pH	Volumen (ml)	Peso seco (g)	Comentarios

**ANEXO 3. Constancia de depósito**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
MUSEO DE ZOOLOGÍA



**CONSTANCIA DE DEPÓSITO N° 006.2012-MZ-UNAP**

Por la presente se deja constancia que el señor Diego Andres Neyra Hidalgo, con DNI N° 44410518, de nacionalidad peruana, entregó en calidad de Depósito al Museo de Zoología de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (MZ-UNAP), el 80 % de especímenes de insectos, colectados conforme el marco del proyecto de investigación "Entomofauna asociada a bromeliáceas epifitas del bosque nublado en la Estación Biológica Wayqecha, Cusco - Perú", en conformidad con la resolución directoral N° 0224-2011-AG-DGFFS-DGEFFS, emitida el 07 de abril de 2011 que autoriza la investigación con colecta científica de flora y fauna silvestre fuera de áreas naturales protegidas.

Estos especímenes fueron catalogados y depositados en la colección científica del departamento de Entomología del MZ-UNAP, con el código siguiente: MZ-UNAP 06.001549 al 06.001595, se adjunta la lista de especies y cantidad de especímenes depositados.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente y para el conocimiento de la Directora de Gestión Forestal y de Fauna silvestre del Ministerio de Agricultura.

Iquitos, 07 de Junio de 2012.



*B. Escrit*  
Bga. Escrit Pezo Lozano  
Directora (c) MZ-UNAP

**ANEXO 4. Láminas fotográficas de los taxa representativos.**

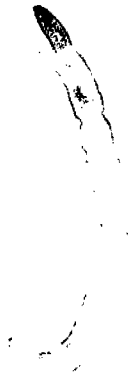
**Diptera**



**Bibionidae**



**Ceratopogonidae**



**Chironomidae**



**Culicidae**



**Dolichopodidae**



**Ephydriidae**



**Muscidae**



**Sciariidae**



**Psychodidae**



**Syrphidae**



**Syrphidae**



**Tipulidae**

Coleoptera



Hydrophilidae

Scirtidae

Neuroptera



Osmylidae

Osmylidae

Heteroptera y Archaeognatha



Velidae

Machilidae

## **ANEXO 5. Glosario de términos.**

- 1. Abundancia:** Esta referida al número total de los individuos pertenecientes a la misma especie.
- 2. ACE:** De sus siglas en inglés “Abundance - based Coverage Estimator”, es un estimador de riqueza basada en la abundancia y que se usa para cuantificar las especies raras o poco comunes del muestreo.
- 3. Alícuota:** Es una porción pequeña que se toma de un volumen mayor, para ser usada en una prueba de laboratorio, cuyas propiedades físicas y químicas, así como su composición, representan las de la sustancia original.
- 4. Anoxia:** Situación en la que se registra una falta constante de oxígeno molecular en el sistema.
- 5. Bromelias anemófilas:** Son aquellas que interceptan y absorben los nutrientes transportados por del viento, por ello compiten con las algas por la toma de los mismos.
- 6. Bromelias dendrófilas:** Son plantas que obtiene los nutrientes de las hojas del dosel, para lo cual necesitan de organismos asociados que le ayude a asimilarlo.
- 7. Colector:** Son aquellos especializados en estructuras anatómicas, (setas, piezas bucales, alas, etc.) que además remueven partículas finas (menos de 1 mm) de la columna de agua.

8. **Composición:** Es una característica estructural que se refiere a los taxa que conforman una comunidad, sean las familias, los géneros o las especies, algunos autores lo clasifican en dos tipos: taxonómica y funcional.
9. **Curva de acumulación de especies:** Es la gráfica del número de especies observadas como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas.
10. **Depredadores:** Son organismos que se alimentan de todos los demás grupos dentro de la cadena trófica.
11. **Doubletons:** Es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.
12. **Estructura de la comunidad:** Se refiere al patrón de organización de una comunidad y la interrelación que presentan las poblaciones en términos de número de especies y abundancias. Dichos patrones se describen mediante atributos de estructura como la composición, riqueza específica, distribución de abundancias y diversidad.
13. **Foresia:** Es la relación que existe entre dos especies cuando una es transportada pasivamente por otra. Otro ejemplo lo constituyen determinados ácaros, que se fijan al abdomen de algunos escarabajos, sin causarles daño, para que éstos los transporten.
14. **Filtradores:** Grupo de especies se alimentan de materia orgánica particulada fina o muy fina.

15. **Fitotelmata:** El término fitotelmata (phytos= planta, telma= estanque; sing. phytotelma, pl. phytotelmata) 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 asociados.
16. **Fragmentadores:** También llamados trituradores, son las especies que se encargan de procesar las partículas gruesas del material orgánico transformándolas en proporciones finas.
17. **Grupo funcional:** Es un sistema de clasificación trófica basado en los mecanismos usados por los invertebrados para adquirir y procesar su alimento. Son muy útiles para enfatizar el uso de nutrientes y los flujos de materia y energía.
18. **Heterotrófico:** Es un tipo de la pirámide trófica que abastece el sistema en base a materia orgánica acumulada, que en el caso de las bromelias suele ser hojarasca acumulada.
19. **Lluvia horizontal:** Es un fenómeno natural propio de bosques nublados, ocurre producto del choque constante de nubes bajas o bruma con la vegetación presente en estas áreas, lo que ocasiona que las plantas condensen la humedad del ambiente formando gotas de agua, las cuales se precipitan engrosando los caudales de ríos y arroyos.
20. **Macroartrópodos acuáticos:** Son aquellos invertebrados con apéndices articulados entre sí, que pasan toda o una parte de su ciclo de vida en el



agua y que llegan a alcanzar un tamaño superior a 0.5 mm, estos organismos son fáciles de observar debido a su tamaño.

21. **Morfoespecie:** Es un tipo de clasificación taxonómica rápida, en la que se agrupa especímenes con un patrón morfológico definido, constante, independiente del tamaño, y distinguible de los otros patrones morfológicos.
22. **Raspadores:** Son organismos que se alimentan de algas del perifiton.
23. **Riqueza:** La riqueza de especies es simplemente el número total de especies colectadas en una unidad de muestreo.
24. **Singletons:** Es el número de especies que están representadas solamente por un individuos en esa muestra.

**ANEXO 6. Algunos Dípteros observados en bromelias**



**A. Tipulidae, B. Díptero en oviposición, C. Syrphidae, D. Huevos de Díptero.**

**ANEXO 7.** *Gatrotheca antoniochoai* refugiado en bromelia.

