

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Y BIOMÉDICAS



Institute de recherche  
pour le développement

**COMPOSICION DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS  
ASOCIADAS A LA VEGETACION  
EN LA LLANURA DE INUNDACION DE MOXOS (BENI-BOLIVIA)**

TESIS DE MAESTRIA PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER

POR : MARTHA GUTIERREZ VASQUEZ

LA PAZ – BOLIVIA  
2005

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLOGICAS Y BIOMEDICAS

**COMPOSICION DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS  
ASOCIADAS A LA VEGETACION  
EN LA LLANURA DE INUNDACION DE MOXOS (BENI-BOLIVIA)**

POR MARTHA GUTIERREZ VASQUEZ

Dr. François Marie Gibon  
ASESOR CIENTIFICO

.....

TRIBUNAL

Dr. Marc Pouilly

.....

Dr. Odile Fossati

.....

Dr. Jean –Joinville Vacher

.....

Dr. Marc Roulet

.....

Dr. Mario Baudoin

.....

## DEDICATORIA

- *Dedico este trabajo con mucho amor y cariño a mis padres Walter (+) y Cristina por darme la vida y guiarme por el mejor sendero a la sabiduría.*
- *A mi hija Raquel por brindarme su apoyo y comprensión.*

## AGRADECIMIENTOS

- A mis hermanos Javier, Sergio, Marlene, Susi, Estela, Rosendo, Roberto, Geovana e Iván.
- Expreso mis sinceros reconocimientos al Dr. François-Marie Gibon como asesor de la tesis por su confianza depositada en mi persona y su constante colaboración.

A la Maestría de Ciencias Biológicas y Biomédicas por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Uno muy especial a Edgar Goitia por todas sus observaciones en el trabajo

- A Claudio Rosales, Oscar Carrasco, Carlos Maldonado, Carla Ibañez, Carlos Molina, Julio Pinto y todos los que integran la familia de Limnología por su apoyo y colaboración durante el trabajo.
- A los señores miembros del Tribunal por las correcciones y darle mayor claridad al trabajo de investigación.
- A la Unidad de Limnología del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés. Al Instituto de Investigación para el Desarrollo (I.R.D), por la constante colaboración brindada durante el desarrollo de mi trabajo de investigación y el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos de la Universidad Técnica del Beni (C.I.R.A.-U.T.B).

## INDICE

RESUMEN .....	1
<b>1. INTRODUCCION.-</b> .....	3
1.1. OBJETIVOS .....	6
1.1.1- <i>General.-</i> .....	6
1.1.2- <i>Específicos.-</i> .....	7
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	7
2.1 Los insectos.....	7
2.1.1 <i>Principales características</i> .....	8
2.1.2. <i>Ecología de los insectos acuáticos asociados a la vegetación</i> .....	8
2.2 Factores medio ambientales.....	9
2.3 Llanura de inundación.....	11
<b>3. AREA DE ESTUDIO</b> .....	13
3.1 Descripción de la cuenca amazónica boliviana .....	13
3.2 Tipo de vegetación.....	15
3.3 Tipo de laguna.....	17
3.4 Ciclo hidrológico.....	19
<b>4- MATERIAL Y METODO.-</b> .....	21
4.1 Diseño de muestreo.....	21
4.2 Toma de muestras.....	21
4.3 Análisis de laboratorio.....	23
4.4 Estadística.....	23
<b>5. RESULTADOS</b> .....	25
5.1. Caracterización del medio ambiente.....	25
5.1.1 <i>Análisis físico químico</i> .....	25
5.1.2 <i>Tipo de vegetación presente en cada laguna por cada época</i> .....	27
5.2 Descripción general de la comunidad de insectos acuáticos .....	31
5.2.1- <i>Composición cualitativa</i> .....	31
5.2.2- <i>Abundancia a nivel de órdenes</i> .....	32
5.2.3 <i>Abundancia a nivel de familia</i> .....	33
5.3 Importancia de los factores vegetación, laguna y época para explicar las variaciones de composición .....	35
5.3.1 Efectos generales.....	35
5.3.2 Efectos específicos.....	44
<b>6. DISCUSION</b> .....	50
<b>7. CONCLUSION</b> .....	58
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b> .....	60
<b>9. ANEXO</b> .....	66

## RESUMEN

### COMPOSICION DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS ASOCIADAS A LA VEGETACION EN LA LLANURA DE INUNDACION DE MOXOS (BENI-BOLIVIA)

MAESTRIA EN CIENCIAS BIOLOGICAS Y BIOMEDICAS  
POR: MARTHA GUTIERREZ VASQUEZ

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo sobre la Cuenca Amazónica, en la llanura de inundación de Moxos particularmente en zona Central del río Mamoré (Beni - Bolivia). El objetivo es de estudiar la composición y abundancia de las comunidades de insectos acuáticos asociados a la vegetación, en un marco espacio-temporal.

Las muestras fueron colectadas durante tres campañas (Noviembre del 2002, enero y mayo 2003) en tres lagunas y una zona de bajío cerca del río Matiquipiri, se categorizaron dos tipos de lagunas de acuerdo a la ubicación: Lagunas de sabana sin conexión con el Mamoré (Belén y Matiquipiri) y lagunas de Bosque Galería con influencia del río Mamoré y del río Ibare (lagunas Colorada y la Del Medio). Se utilizó una red de mano (esfuerzo de muestreo de 10 golpes que equivale a 10 segundos aproximadamente en las raíces de las macrofitas de 11 especies), para obtener datos de riqueza y abundancia. Las muestras fueron fijadas in situ con alcohol al 70%, identificadas en laboratorio al nivel de familia.

La comunidad de insectos acuáticos de la zona de estudio está constituida por 41 familias que pertenecen a 8 ordenes: Coleoptera con 14 familias, Diptera 8, Hemiptera 6, Ephemeroptera 6, Tricoptera y Odonata cada uno con 3 familias finalmente Lepidoptera y Neuroptera cada uno con 1 familia. En abundancia los Dípteros fueron los más abundantes en todas las épocas y lagunas con Chironomidae que presentó mayor abundancia.

La riqueza de los insectos acuáticos no presentó predilección por algún tipo de vegetación particular con ( $p=0,005$ ). La familia Baetidae presente en las 11 especies de macrofitas con una amplia distribución, Chironomidae ausente solo en *Thalia geniculata*.

El efecto espacio-temporal no es muy fuerte, influenciada por los cambios de las condiciones hidrológicas y de los parámetros físico-químicos. La riqueza y abundancia de

los insectos acuáticos tiende a disminuir en época de inundación aunque aumenta su diversidad. Para la temporada de aguas bajas el comportamiento es contrario: hay un aumento de la riqueza y abundancia y una disminución de la diversidad.

En el aspecto espacial, las lagunas de bosque galería que están próximas al río Mamoré y al río Ibare son las que presentan menor abundancia de organismos, estas reciben las aguas blancas del río Mamoré y negras del Ibare. Este aspecto puede explicar una probabilidad de que la abundancia sea menor en estas lagunas además, estas lagunas presentan una mayor profundidad y conductividad. Las lagunas de sabana no sufren la influencia de la inundación por el desborde lateral del río Mamoré pero si recibe aguas locales, lo que permite al medio una cierta estabilidad que probablemente sea la responsable de una mayor abundancia de insectos y una distribución más estable.

# **COMPOSICION DE LAS COMUNIDADES DE INSECTOS ACUATICOS ASOCIADAS A LA VEGETACION EN LA LLANURA DE INUNDACION DE MOXOS (BENI-BOLIVIA)**

## **1. INTRODUCCION**

La Amazonía Boliviana esta formada por grandes ríos y extensas áreas inundables que juegan un rol importante en los procesos de funcionamiento ecológico del sistema, en ella ocurren cambios estacionales trascendentales en el nivel de agua y en la composición físico – química del agua. A su vez el proceso de transición entre la face acuática y terrestre da lugar a la adaptabilidad o la desaparición de muchas especies (Junk 1997). La gran biodiversidad de vegetación en la Cuenca Amazónica proporciona al medio acuático materia orgánica en cantidades tales que la red trófica propia de su ecosistema se enriquece. Al respecto Tierno de Figueroa *et al.* (1999) mencionan que los bañados y planicies de inundación son reconocibles como mosaicos de ecosistemas altamente dinámicos, de bordes lábiles donde las actividades están condicionadas primariamente por la hidrología y los flujos de materiales orgánicos.

Cada año la llanura central del Río Mamoré es inundada durante dos a seis meses. Los ríos muestran una importante dinámica geomorfológica, dejando meandros que forman lagunas. Estas lagunas proporcionan diferentes habitats que permiten una gran riqueza, diversidad y abundancia de organismos acuáticos y semiacuáticos, consecuentemente un importante potencial pesquero Pouilly *et al.* (2004).

En el área la inundación, está sujeta a desbordes del río Mamoré, que contiene aguas blancas provenientes de Los Andes. Contienen una gran cantidad de nutrientes que son aportados a estas grandes llanuras. Las lluvias locales y las aguas aportadas de las capas freáticas también aportan al sistema de inundación gran cantidad de materia orgánica que luego se van descomponiendo que da a estas aguas una coloración negra por la alta

concentración de humus, Estas aguas son denominadas “aguas de llanura o de planicie” por Corbin *et al.* 1988. El balance entre las lluvias locales y las lluvias en cuencas altas provoca cambios en la alimentación de las lagunas, que genera una gran variabilidad espacio-temporal de la composición físico-química del agua y de sus comunidades bióticas a lo largo del ciclo hidrológico (Pouilly *et al.* 1999). Los paisajes y el tipo de vegetación en esta área son estructurados por el comportamiento hidrológico de inundación, dando lugar a tres unidades principales: bosque galería que abarca aproximadamente diez kilómetros de ancho en la parte central del Mamoré, mas allá la vegetación cambia a sabana y existe también zonas pantanosas Hanagarth (1993)

La zona litoral de lagos y lagunas es la más productiva, y con mayor diversidad biológica, en estos ambientes se encuentran muchas comunidades interrelacionadas entre si, así mismo se puede identificar comunidades vegetales formadas por fitoplancton, perifiton macrofitas que constituyen los productores primarios, junto con comunidades animales formadas por invertebrados y peces que constituyen los consumidores. Las macrofitas y los macro-invertebrados son los que constituyen la mayor biomasa y además se encuentran interrelacionados (Rivero 2000).

Las diferentes especies de macrofitas ofrecen numerosos habitats y nichos ecológicos disponibles para un gran número de organismos (que las utilizan como substrato y lugar de refugio principalmente) Welcomme (1979). Los insectos componentes de macro-invertebrados, están ligados directamente a estas macrofitas flotantes y emergentes, de los cuales dependen para sus procesos biológicos como alimentación, refugio reproducción ya que constituye un lugar adecuado para el desove (Junk 1980).

Las relaciones de los insectos con las macrofitas son temporales, complejas y diversas. La morfología, la composición química, el estado fisiológico de las plantas y los factores ambientales condicionan la diversidad y abundancia faunística de insectos (Soszka 1975).

Goitia (1997), indica que la composición general de las comunidades de macro invertebrados asociados a las macrofitas que conforman las lagunas de várzea del río Ichilo son similares a las otras lagunas de la várzea de las cuencas amazónicas y del Paraná y que la mayor abundancia de organismos se observa en las lagunas con mayor abundancia vegetal, esto de acuerdo al tamaño de las lagunas Rivero (2000).

En la zona de inundación del río Mamoré solo se tienen los resultados preliminares obtenidos por el Proyecto BIOGAB (IRD-IE de la UMSA y el CIRA de la UTB) que serán utilizados como referencia. Lino *et al.* (2004) trabajaron sobre la ecología de los invertebrados bentónicos profundos y escasamente sobre los litorales asociados a la vegetación. Otros trabajos de investigación se realizaron en las llanuras de inundación del río Ichilo, en él mencionan patrones de distribución espacial y temporal de los insectos acuáticos afectados por las inundaciones (Maldonado *et al.* 1986). Mayor riqueza, biomasa y productividad se observan en áreas que presentan inundaciones prolongadas (Gladden & Smock 1986 in Aguilera *et al.* 1999).

El planteamiento hipotético sugiere que la composición, la riqueza y la abundancia de las comunidades de insectos acuáticos, varían en función al tipo de vegetación (macrofitas), a las características del medio considerando las diferentes lagunas (efecto espacial) y al ciclo hidrológico para las diferentes épocas (efecto temporal) en la llanura de inundación del río Mamore.

El trabajo de estudio responde a los siguientes cuestionamientos

¿Cómo varían la riqueza y abundancia de las comunidades de insectos acuáticos en los diferentes tipos de vegetación?

¿Cómo influye el medio ambiente y el ciclo hidrológico en esta distribución?

### **Justificación**

Para conservar los ecosistemas de ríos o lagos en diferentes regiones, es importante determinar los factores que influyen sobre sus comunidades bióticas, en este caso sobre las variaciones cualitativas y cuantitativas. La interpretación de la distribución de insectos acuáticos como componentes de la red trófica, permitirá obtener información y generará propuestas sobre estrategias de conservación y manejo sostenible de estos recursos disponibles tomando en cuenta estos procesos de inundación.

Los insectos tienen un alto porcentaje de riqueza y abundancia de especies con relación al reino animal con una amplia distribución así como especies cosmopolitas, además presentan ciclos de vida cortos que permiten hacer estudios de biología y ecología para conocer el funcionamiento y el estado de la biodiversidad, finalmente nos permite tener una información rápida de la calidad de los ecosistemas a través de la bioindicación.

El trabajo realizado por el equipo BIOGAB (Pouilly *et al.* 2004) sobre la biodiversidad acuática en la cuenca amazónica boliviana ha permitido obtener información inicial sobre la ecología de las comunidades bióticas y su interrelación con los factores abióticos. Al interior de este programa, el grupo menos estudiado fue el de los invertebrados acuáticos. En este estudio se presentarán datos respecto a la taxonomía y el papel ecológico de los insectos en función a la vegetación y su variación en el tiempo y espacio estos datos complementará los resultados obtenidos de los trabajos anteriores además servirán de base en otros proyectos, como el proyecto actual “Estudio del proceso de concentración y bioacumulación del Mercurio y Metilmercurio en la estructura trófica mediante la utilización de isótopos estables de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en las principales subcuencas de la Amazonía boliviana”.

Este trabajo de investigación está dentro el Proyecto "Variabilidad Medio Ambiental y Estrategias en las Comunidades Acuáticas en la llanura de inundación del Beni," que se desarrolla en coordinación con la Unidad de limnología perteneciente al Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés ((IE-UMSA), Centro de Investigación de Recursos Acuáticos de la Universidad Técnica del Beni (CIRA – UTB) y el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) de Francia.

## **1.1. Objetivos**

### ***1.1.1. Objetivo general***

Determinar los factores que explican las variaciones de la composición y abundancia de las comunidades de insectos acuáticos de la zona litoral tomando en cuenta las variaciones las

variaciones espaciales (tipo de lagunas), temporales (entre épocas hidrológicas) y el tipo de vegetación en la llanura de inundación del río Mamoré (Beni-Bolivia).

### ***1.1.2. Objetivos específicos***

- Determinar la composición y abundancia de los insectos acuáticos de la zona litoral en la llanura de inundación del río Mamore.
- Determinar la relación entre el tipo de vegetación y la composición de las comunidades de insectos acuáticos.
- Determinar el efecto espacial sobre la composición de los insectos acuáticos.
- Determinar el efecto de la variación temporal considerando las diferentes épocas del ciclo hidrológico en la composición cualitativa y cuantitativa de insectos acuáticos.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. Los insectos**

Forman un grupo conocido por el elevado número de especies que lo componen. Se trata del grupo animal con mayor riqueza específica, con más de 750 000 especies descritas. Son también conocidos por las interacciones continuas que tienen con el ser humano, causando perjuicios como vectores en la transmisión de muchas enfermedades y beneficios principalmente como polinizadores en las plantas directa o indirectamente. Sin duda, los insectos más conocidos para el público en general tienen vida terrestre. Sirvan como ejemplo los Lepidópteros (mariposas), los Ortópteros (saltamontes), Himenópteros (abejas y avispas) o los Dípteros (moscos y mosquitos). Sin embargo existen una serie de órdenes cuyos representantes, o parte de ellos, desarrollan toda o parte de su vida en el medio acuático, sean estos charcos, lagunas, lagos arroyos y ríos, exceptuando las profundidades del mar Tierno de Figueroa (2000) y Ayala (1994).

Básicamente podemos distinguir dos grandes grupos de insectos acuáticos, los que viven en el agua prácticamente toda su vida (algunas familias de Coleópteros y Heterópteros) y los que pasan una etapa de su vida (fase juvenil de larva o ninfa) en el agua y la otra etapa

(adulto o reproductora) en el medio terrestre. Estos últimos se encuentran asociados a masas de agua, puesto que depositaran sus huevos en dicho medio o en las proximidades. Es el caso general en grupos como Odonatos, Efemerópteros, Plecópteros, Megalópteros, Tricópteros y muchos Dípteros, además de algunos Neurópteros como los Osmílicos y Sisíridos, Himenópteros y algunos Lepidópteros de la familia Pirálidos (Tierno de Figueroa 2000 y Hamel *et al.* 1999).

### **2.1.1. Principales características**

Los insectos se diferencian de otros artrópodos por poseer tres pares de patas y generalmente dos pares de alas situadas en la región media del cuerpo. La cabeza sostiene un par de antenas y otro de ojos compuestos. El intercambio de gases se efectúa a favor de un sistema traqueal y los conductos se abren en el extremo posterior del abdomen.

Otras características anatómicas nos permiten diferenciarlos de otros artrópodos. Las estructuras bucales tienen importancia en la alimentación y nos sirven para la diferenciación taxonómica y la función que estos tienen (chupadores, masticadores). En su mayoría son hipognatos (insectos con el aparato bucal hacia abajo) y en un menor número prognatos (aparato bucal Recta). El tórax que forma la región media del cuerpo del insecto está compuesto de tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax cada uno posee un par de patas que se articulan en la pleura. Los tergos torácicos reciben el nombre de notos y es precisamente con los procesos notales y pleurales que se articulan las dos pares de alas. La sección basal de la pata que se articula con la membrana pleural es la coxa a la cual sigue un corto trocánter, las regiones restantes formadas por un fémur, una tibia, un tarso y un pretarso. Las alas son una característica principal para diferenciar adultos de larvas, entre especies y sexo, tomando la importancia de la evolución. Por ejemplo, las hembras y los machos de hormigas y termitas poseen alas solamente un cierto periodo de su ciclo vital y las obreras carecen de ellas. Los piojos y pulgas han perdido por completo las alas (Barnes 1979). El abdomen presenta nueve a once segmentos. Los apéndices abdominales en el adulto están representados por un par de cercos sensoriales terminales situados en el undécimo segmento. En muchas larvas de insectos se observa una gran variedad de

apéndices abdominales que cumplen funciones diversas Luzon *et al.* (1998) y Tierno de Figueroa *et al.* (2000).

### ***2.1.2. Ecología de los insectos acuáticos asociados a la vegetación***

Desde el punto de vista ecológico las macrofitas constituyen un importante hábitat y nichos ecológicos para los invertebrados ya que proporcionan alimento, refugio, sustrato disponible para la oviposición, ciclo de vida, como material para la construcción de habitáculos, como una forma de evitar la turbulencia del agua, fuente de oxígeno, constituyéndose en un sustrato de vida (Soszka 1975).

La zona litoral con alta vegetación provee una elevada diversidad de hábitat que incluyen el sedimento del fondo, la superficie de las plantas, la columna del agua y la película superficial que da lugar a una mayor diversidad faunística que incluyen a escavadores, trepadores, rastreadores, sésiles (sedentarios), zambullidores y nadadores pertenecientes a todos los phyla de invertebrados (Merrit y Cummins 1983, Esteves 1988, Ward 1992, Wetzel 1995 y Junk 1996) mencionados en Rivero 2000.

## **2.2. Factores medio ambientales**

Los habitats acuáticos dependen de la pendiente, precipitaciones y de una amplia variedad de factores locales que incluyen las condiciones de acidez y alcalinidad del suelo, el tipo de drenaje, la filtración, la temperatura y finalmente la vegetación. Cada especie entomológica esta adaptada a vivir en un nicho particular en la comunidad, dependiendo de las condiciones ambientales, de la disponibilidad de alimentos que restringen la especie y su tipo de habitats. La suma de todos estos factores sobre la distribución y abundancia de las especies da lugar a una alta biodiversidad (Sweeney 1984).

Según Barnes (1979), los factores ambientales más importantes respecto a la distribución y abundancia de los insectos pueden ser:

Las **condiciones climáticas** dependen de la luz, la temperatura, la humedad relativa, las precipitaciones y de los vientos como los más importantes componentes ecológicos. Cabe recalcar que no son los promedios anuales de estos componentes (clima) los que afectan a las poblaciones de especies de insectos acuáticos sino las condiciones de cada día. Por

ejemplo una sola helada nocturna puede diezmar la población de un insecto subtropical, aunque el promedio de temperaturas para aquel año pueda ser alto (Barnes 1979).

**Luz**, las longitudes de hondas producen varios efectos ecológicos sobre los insectos, una acción indirecta que les permite generar su alimento por organismos vegetales, efecto directo sobre la anatomía y fisiología y a su vez la luz juega un papel muy importante por su acción en el tropismo.

La **temperatura** es uno de los factores más críticos. Los insectos por ser organismos estenotermos (de sangre fría) tienen rangos cortos de tolerancia de temperatura, excepto algunos que pueden regular hasta un cierto grado la temperatura que los rodea por adaptaciones fisiológicas. El efecto de la temperatura, se manifiesta de dos formas sobre grado de desarrollo y produciendo mortalidad, la temperatura (ya sea por encima o por debajo de lo normal) influye sobre el metabolismo, provocando su retraso o deteniendo su crecimiento, que varía en función de la especie y el estadio. La mayoría de los insectos tienen un punto letal superior de 37.8°C a 43.3°C pero hay especies que puedan resistir hasta 51°C. Por el contrario las temperaturas suficientemente bajas para producir la muerte son muy variables en función a la región geográfica, pudiendo llegar inclusive hasta -32.2°C en lugares con baja temperatura (Barnes 1979). Estos cambios de temperaturas pueden regular la migración de algunas especies de insectos. La densidad o abundancia puede verse afectada por la temperatura intempestiva sobre todo en la periferia hecho que regula la dispersión. Tales temperaturas pueden también presentarse indistintamente en cualquier punto del área de distribución de la especie y afectar su abundancia en zonas locales diseminadas por toda la región. Un efecto de este fenómeno en el área de estudio es el provocado por la llegada intempestiva de variaciones climáticas fuertes cuya variabilidad temporal no es predecible. El ejemplo más conocido es el de los vientos llamados surasos, que vienen a ser cambios muy bruscos de temperatura ambiental, de aproximadamente 30°C a 20°C, con vientos muy fuertes que en la mayoría de las veces vienen con lluvias. Esta temperatura baja se mantiene durante 3 días como mínimo y como máximo 15 días aproximadamente durante la estación de invierno (Barnes 1979).

**Precipitaciones**, los insectos son afectados de forma indirecta por las precipitaciones, ya que actúa sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo, la disponibilidad de alimentos, turbidez y volumen del agua. Las precipitaciones excesivas pueden tener un efecto directo ocasionando daños físicos tanto a los adultos como a otros estadios de los insectos. Es importante señalar una llovizna persistente de un volumen de 25 mm de agua/m<sup>2</sup> puede no causar perjuicios pero la misma cantidad caída en forma de chaparrón puede penetrar con fuerza al suelo y matar gran parte de estadios de algunas especies terrestres. La acción de las precipitaciones en insectos acuáticos esta dado por el aumento del caudal del río que en zonas bajas producen inundaciones que afectan directamente a la diversidad y su distribución de los organismos (Junk 1980).

En el **medio acuático**, uno de los problemas más críticos es la disponibilidad de oxígeno porque condiciona la respiración, otros factores con menor importancia. La aireación, tiene importancia en la difusión de anhídrido carbónico fuera del agua y la difusión o disolución del oxígeno dentro de ella. La temperatura ejerce una influencia directa sobre la aireación porque cuanto más fría es el agua mayor es la cantidad de gases que pueden disolverse en un volumen dado, las temperaturas altas disminuyen considerablemente la solubilidad de los gases en el agua. Algunos insectos tienen la capacidad de alcanzar la superficie para respirar, otros adultos que carecen de modificación para conseguir un contacto directo con el aire dependen para la respiración del oxígeno del agua. Los diversos insectos tienen diferentes necesidades de aireación y esto limita su distribución (Barnes 1979).

### **2.3. La llanura de inundación**

Junk *et al.* (1989) definen la llanura de inundación como "una zona periódicamente inundada por el desbordamiento lateral de los ríos que lo componen, por las precipitaciones directas o por las capas freáticas.

El funcionamiento ecológico se puede describir, en el caso de llanuras de inundación, por la dinámica hidrológica, los ciclos de energía y los ciclos de vida de los organismos, además de la influencia de cada uno de esos elementos sobre los otros.

Al nivel funcional, está establecido que la ecología de las llanuras de inundación está determinada y controlada por los cambios medio-ambientales relacionados a la inundación (Junk 1997). Las llanuras pueden ser clasificadas según la amplitud, frecuencia, predictabilidad y fuente de inundación (aguas blancas o aguas negras) pero también por el tipo de vegetación (bosque o sabana) y el tipo de conexión entre las unidades del sistema (ríos, lagunas, zonas inundables).

La inundación tiene un rol en la difusión de los nutrientes y del material en suspensión que se introduce en la llanura. Clásicamente, se distinguen las llanuras ricas inundadas por aguas blancas y las llanuras pobres inundadas por aguas negras.

El flood pulse concept (concepto de pulso de inundación, Junk *et al.* 1989, Junk 1997) integra y explica el funcionamiento general de las llanuras de inundación. Considera la llanura de inundación como un ecosistema (Junk 1980), incluyendo todas las unidades (río, lagunas y zonas inundables). Según este concepto, la explicación del funcionamiento proviene esencialmente de la alternancia entre las fases acuáticas y terrestres y del balance metabólico que corresponde, en la llanura, al ciclo de los nutrientes. Este ciclo puede ser ilustrado por el ejemplo de las plantas que crecen durante el estiaje (fase terrestre), tomando los nutrientes acumulados en los sedimentos durante la inundación. Las plantas guardan esos nutrientes en su organismo y los devuelven al sistema, durante la fase de inundación, mediante la descomposición de la materia orgánica o la predación por organismos acuáticos (invertebrados, peces), los nutrientes regresan al sedimento para ser explotado durante la próxima fase terrestre.

El fenómeno de producción e intercambio de energía y de nutrientes, entre las dos fases acuáticas y terrestres del sistema, es una de las principales razones de la gran productividad de las llanuras de inundación. Las relaciones e intercambios se realizan mediante la red trófica, es por eso que para entender el funcionamiento, se desarrollan investigaciones que tienen como objetivo la descripción de la red trófica principalmente de los insectos por ser los mas abundantes.

### 3. AREA DE ESTUDIO

#### 3.1. Descripción de la cuenca amazónica boliviana

La cuenca Amazónica Boliviana es la más importante entre las tres cuencas de Bolivia por su extensión (774 000 km<sup>2</sup>) y su gran biodiversidad de organismos acuáticos (plancton, macrofitos, invertebrados y peces) según Pouilly *et al.* (2004). El sistema hídrico de la Amazonía Boliviana está formado por cuatro sub cuencas: río Mamoré con una superficie de 222 000 km<sup>2</sup>, río Beni con 122 400 Km<sup>2</sup>, Iténez con 303 300 Km<sup>2</sup> y Madre de Dios con 2 715 km<sup>2</sup> (Montes de Oca 1997; Barthem 1994).

El paisaje de la llanura beniana esta formada por bosques, sabanas y pantanos. Cada año la llanura puede ser inundada durante dos a seis meses, enero a marzo principalmente. La superficie afectada puede abarcar de 100 000 a 150 000 km<sup>2</sup> según la variabilidad hidrometereológica anual de las subcuencas andinas (Barthem 1994).

Los grandes ríos de esta llanura muestran una dinámica **geomorfológica** marcada, causada por la poca altura sobre el nivel del mar (100 a 200 m.s.n.m), la escasa pendiente (0.004%) y la fuerte precipitación pluvial 1700 a 1900 mm de promedio anual (Bourges *et al* 1992). Estos ríos forman grandes meandros, dando origen a lagunas de diferentes formas, rectangulares, cuadradas y elípticas, con tamaños que varían de 3 a 18 Km. de largo. Charrière *et al.* (2004) mencionan que, en los 695km del Mamoré desde Puerto Villarroel hasta la confluencia del Iténez se desarrolla una sucesión de 195 meandros, con un índice de sinuosidad elevado de 1.9 lo que confirma que el río Mamoré tiene un estilo fluvial meandriforme. Uno de los factores que controlan esta evolución física del río Mamoré es la pendiente del lecho que es muy débil ( $<10^{-2}$  mm·m<sup>-1</sup>). Los cambios de la pendiente a lo largo del río son significativos y permiten distinguir claramente seis sectores que varían o se diferencian por los parámetros de radio de curva, índice de sinuosidad del río, longitud de onda, amplitud y densidad de los meandros mismos que distinguen la ubicación. El sector 1 situado al pie de los Andes, se encuentra en la confluencia de los ríos Chimore e Ichilo, donde se observa una ruptura brusca de la pendiente y también una modificación

importante del radio de curva de los meandros; el sector 2, con una pendiente fuerte que se traduce en un índice de sinuosidad elevado; el sector 3 etapa de transición con pendiente débil pero con un aumento brusco en el Km. 170; los sectores 4 y 5, con una pendiente muy débil, se observa un cambio claramente marcado de la forma de los meandros, disminución de la sinuosidad y un aumento de la amplitud del radio de curvatura la zona de estudio esta ubicado en estos sectores.

**El Clima:** las temperaturas promedio anuales varían de 26 a 27 °C en el norte del oriente hasta 24°C en la zona de Santa Cruz (Roche *et al.* 1993), estas temperaturas disminuyen con el aumento de la altitud en los Andes. La humedad relativa promedio anual varía de 64% a 77% (Loubens *et al.* 1992).

Las precipitaciones son variables, entre 1216 y 2454 mm, volumen alcanzado entre octubre y abril que representa el 82% de las precipitaciones. El patrón de distribución de las lluvias depende en gran parte de los movimientos de masas de aire. Durante el verano los vientos preceden del norte, llegando a la Amazonía boliviana cargados de humedad del Atlántico y del bosque tropical de la Amazonia Central. Las nubes que se forman en esta trayectoria son desviadas o bloqueadas por los relieves andinos dando lugar a las intensas lluvias en los Andes y las llanuras. Durante el invierno, los vientos mayores provienen del sur del continente y son canalizados por los Andes. Esos vientos fríos y generalmente secos o corrientes secos generan los fenómenos de ‘Surazos’, caracterizados por una corta duración, una disminución abrupta de la temperatura (que varía entre 10 y 15 °C) y una intensa nubosidad. Este ingreso de vientos es más pronunciado en la llanura aluvial donde no existe barreras fisiográficas (Pouilly & Beck 2004).

**Características físico químicas de las aguas.** Los llanos de Moxos tienen un ecosistema particular por la geografía que presentan y los factores físico químicos del agua. La temperatura promedio del agua es de 26.5°C con temperaturas mínimas de 15°C para Junio y Julio. Durante las aguas altas se da una mayor concentración de sólidos suspendidos y en época de aguas bajas mayor concentración de iones disueltos y valores elevados de pH así como una mayor temperatura. De forma general en la llanura de inundación, las aguas son ligeramente ácidas hasta ligeramente alcalinas, el contenido de sólidos disueltos es bajo mostrando aguas no mineralizadas a hipo mineralizadas y de tipo bicarbonatado calcio – sódicas, con menor conductividad (Navarro *et al.* 2002).

### 3.2 Tipo de vegetación

En las áreas de inundación de las zonas tropicales es muy raro que existan verdaderas plantas acuáticas sumergidas. Según Welcomme (1979) esta escasez se debe a la turbidez y al desarrollo rápido y efectivo de las plantas flotantes. Entre las plantas muestreadas en este estudio tenemos a *Eichhornia crassipes y azurea*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Lemna sp*, *Marsilea crotophoram*, *Paspalum repens*, *Pistia stratiotes*, *Polygonum densiflorum*, *Salvinia minima*, *Thalia geniculata*, resultan ser una de los principales tipos de vegetación acuática de la zona (Orellana & Beck 2004; Sanjinés & Beck 2004). La descripción ecológica de las poblaciones en diferentes biotopos del Amazonas y el Paraná esta dada por Junk (1973) y Sabattini (1985) respectivamente.

Los ríos y lagunas son acompañados de una vegetación de tipo bosque tropical formando una galería en todo el curso del río. Este bosque galería abarca unos diez kilómetros de ancho en la parte central del Mamoré. Más allá, la vegetación cambia a sabana. Los antiguos meandros abandonados por el cauce principal forman lagunas que son más o menos aisladas en época de aguas bajas, pero que pueden ser conectadas cada año durante la época de inundación que cubre el bosque galería con una profundidad de 2 a 3m de agua (Thames *et al.* 1993 en Pouilly *et al.* 2004).

Orellana (2004) y Sanjinés & Beck (2002) en sus trabajos permiten caracterizar las comunidades vegetales acuáticas de la llanura de inundación del Mamoré en la zona de Trinidad. Las principales unidades vegetales se presentan más adelante:

*Cyperus giganteus* es típica de zonas pantanosas y presente a lo largo de todo el año. Se desarrolla en aguas negras estancadas, pobres en nutrientes y levemente ácidas, con valores de pH entre 5.5 y 5.8 y una conductividad entre 20 a 28  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , en aguas no muy profundas que alcanzan a 70 cm. Tiene tallos cilíndricos, duros y resistentes que llegan a medir hasta 3 m de altura. Se encuentra muy poco asociada a otra vegetación pero en algunos casos con *Salvinia minima*, *Pontederia subovata* y *Talía geniculata*.

*Eichhornia crassipes* (flor blanca) y *Eichhornia azurea* (flor lila) constituyen la vegetación flotante. Son plantas nativas, adaptadas a cubrir lagunas y canales algunas pueden enraizar sobre el terreno en aguas poco profundas. Según Junk y Howard-Williams (1984), la mayoría de las especies amazónicas que flotan libremente al igual que algunas gramíneas acuáticas prefieren aguas ricas en nutrientes y no aparecen en condiciones ácidas y pobres en nutrientes. Para *Eichhornia crassipes*, también es importante la velocidad del agua ya que prefiere aguas con una corriente baja. Es una macrofita de porte arrosetado, con tallos cortos que flota libremente durante la época de aguas altas. Junto a *Pistia atratiotes* y *Salvinia minima*. Se desarrolla también pero con menor grano *Lemna sp.* *Eichhornia azurea* predomina en cañadas que tienen agua corriente durante todo el año y forma colonias extensas que flotan durante la época de aguas altas. También puede enraizarse al sustrato fangoso durante mucho tiempo.

*Lemna sp* denominada lenteja de agua, presenta hojas muy pequeñas que cubren el espejo de agua. Se desarrolla sobre todo en lugares con sombra y gran cantidad de materia orgánica en descomposición.

*Marsilea crotophora*, el trébol de agua, es típica de estantes con aguas sucias y calientes, donde permanece flotando durante la época de lluvias, pudiendo desaparecer completamente durante la época seca. Se distingue como grandes manchones de color verde claro a amarillo y se caracteriza por tener hojas emergentes divididas en cuatro segmentos. Se desarrolla junto a *Salvinia mínima* y *Pistia stratiotes*, pero con bajos índices de cobertura. Le acompañan también *Paspalum repens*, *Hymenachne amplexicaulis* y *Eichhornia azurea*.

*Paspalum fasciculatum* (Camalote) se instala principalmente en la sabana abierta menos inundada. Se desarrolla en aguas levemente ácidas, con un pH alrededor de 6 y conductividad de 40  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . En época de lluvias, puede alcanzar hasta 3 m de alto y casi siempre tiene una dominancia absoluta. Es una especie de pasto dominante, formando

grandes macollos en lugares con humedad. Esta asociada entre otras a *Cyperus*, *Acroceras* y *Byttneria* (foto 8).

*Polygonum densiflorum* e (foto 9) llegan a formar colchas flotantes. Estas colchas contienen gran cantidad de materia orgánica poco descompuesta debido a la permanente saturación del agua. Cuando se remueven las capas superficiales se desprende un olor fétido a consecuencia de la descomposición en condiciones anaerobias, es una herbácea que alcanza más de 1.5 m. Junto a esta se encuentran flotando *Salvinia*, *Pistia* y otras.

*Hymenachne amplexicaulis* forma una comunidad que se desarrolla en las orillas algo mas alejada del agua libre del cuerpo de agua formando pastizales bastante densos que alcanzan 1 m de altura en época seca y 1.5 m en época de inundación. Estas plantas se arraigan al sustrato, creciendo sus partes superiores fuera del agua. Se desarrollan en aguas con poco movimiento o estancadas.

*Pistia stratiotes* denominada lechuga de agua de color verde a verde amarillo, forma grandes manchones flotantes sobre todo durante la época de inundación. La cobertura vegetal en algunos casos cubre casi un 40% del espejo del agua.

*Salvinia mínima*, macrofitas flotantes de hojas pequeñas se encuentra mayormente asociada a *Pistia stratiote* y forma parte también de la Vegetación Mixta.

*Thalia geniculata* se desarrolla en aguas estancadas negras y débilmente ácidas, con valores de pH al rededor de 6,3 y una conductividad de 20  $\mu\text{m}/\text{cm}$ , con 40 a 50 cm de profundidad. Puede alcanzar hasta 3 m de altura con una amplia cobertura.

### **3.3 Tipo de lagunas**

El factor espacial esta determinado por la ubicación y la conexión de las lagunas al cauce principal del río Mamoré, las lagunas que se encuentran próximas al río Mamore son relativamente jóvenes (aproximadamente 15 años), presentan mayor profundidad (5 a

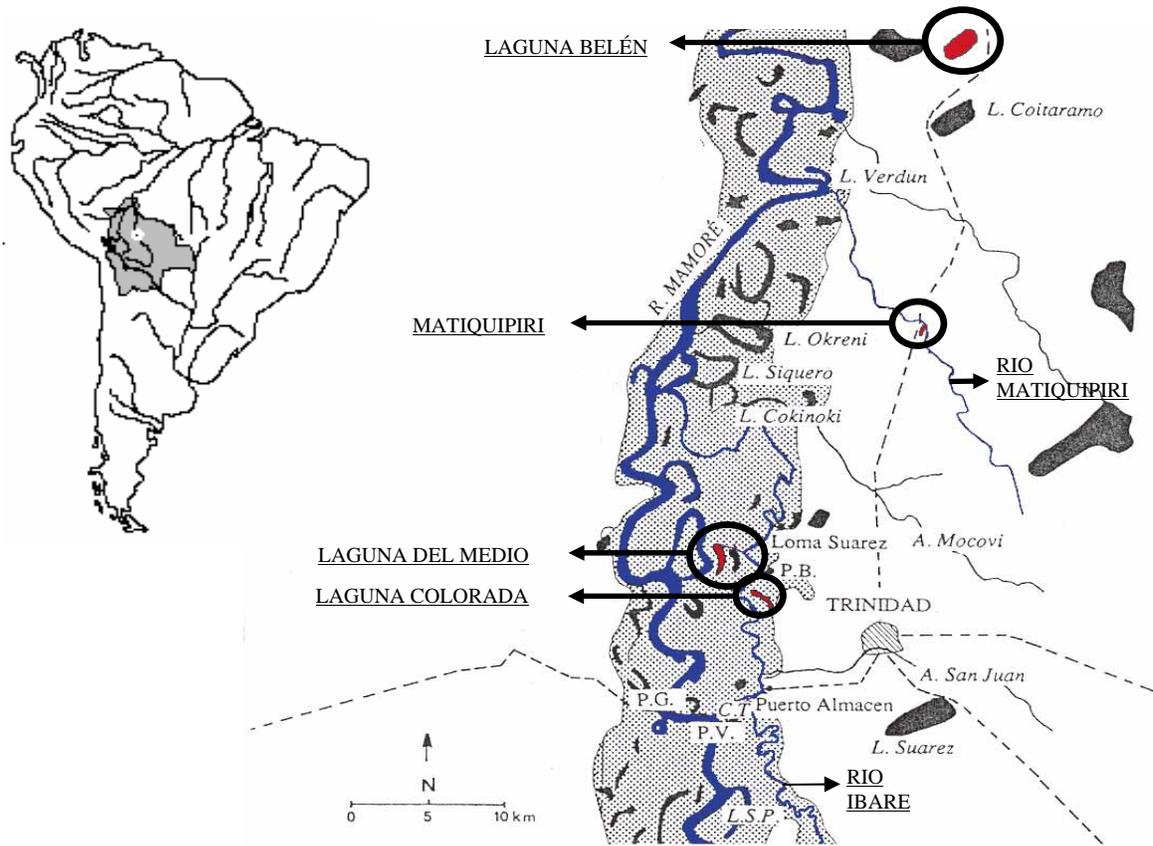
17m), mayor transparencia y mayor contenido de sales disueltas (Pouilly *et al.* 1999). Contrariamente las lagunas que están alejadas se encuentran en la sabana, tienen menor profundidad (no mayor a 3m) y pH ácidos (entre 4.5 y 5.5) que corresponden a aguas con baja salinidad, una concentración de bicarbonatos de  $15 \text{ mg.l}^{-1}$ , calcio de  $1.6 \text{ mg.l}^{-1}$ , nitratos inferiores a  $1.25 \text{ mg.l}^{-1}$ , fosfatos  $0.06 \text{ mg.l}^{-1}$  y mayor concentración de potasio y hierro (Jauregui *et al.* 1987).

Para ver el *efecto espacial* (**figura 1**), se consideró 2 tipos de lagunas o sitios de muestreo, ubicadas en la llanura de inundación (sitio 1, laguna Belén y río Matiquipiri) y el bosque galería (sitio 2, laguna Colorada y del Medio).

**Sitio 1:** Laguna **Belén**, situada dentro la llanura de inundación, con una extensión aproximada de 2 Km. de largo, presenta aguas de planicie que corresponden a lluvias locales, con gran contenido de materia orgánica en descomposición y no tiene la influencia del Río Mamoré en ninguna época. Esta ubicada a 15 Km de Trinidad, capital del departamento del Beni. Cabe mencionar que tiene también una influencia antropogénica y ganadera a lo largo de casi todo el año (**foto 1**). El río **Matiquipiri** (bajío) no tiene influencia del río Mamoré, es una zona pantanosa situada en la sabana de inundación. Alcanza aproximadamente 2m de profundidad durante la época de aguas altas (enero, febrero y marzo) y 30cm en la época de aguas bajas (agosto, septiembre y octubre), con una cobertura de agua durante 8 meses aproximadamente, una vegetación permanente, con influencia ganadera a lo largo de todo el año. Las muestras fueron colectadas cerca de la carretera Trinidad-San Javier, próxima al río Matiquipiri (**foto 2**).

**Sitio 2**, esta formada por dos lagunas, ambas situadas en el bosque galería. Las lagunas sufren la influencia de la inundación provocada por el desborde del río Mamoré. La laguna **Colorada** (**foto 3**) está ubicada a 3 Km. aproximadamente de Puerto Ballivián, presenta abundante vegetación acuática y también vegetación ribereña. Tiene aguas de color negra que son aguas de bosque dicha coloración posiblemente se debe a la gran cantidad de materia orgánica. Alcanza una profundidad de 3 m como promedio. Tiene influencia antropogénica, sobre todo en la época seca por la pesca. La laguna **del Medio**, a diferencia

de la anterior, presenta un cinturón de macrofitas reducido, alcanza una profundidad mayor durante la época de aguas altas (6m) y por ser un meandro relativamente joven (menos de 15 años de formación). Durante la época seca, la profundidad es muy baja y en algunos casos la laguna puede llegar a secarse. Al contrario de las otras no tiene influencia del hombre.



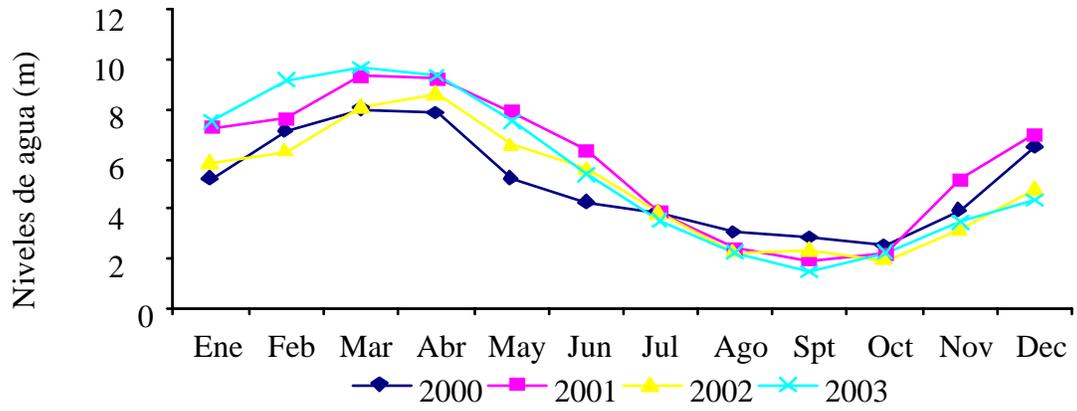
**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio llanura de inundación del río Mamoré Beni Bolivia 2002 – 2003.

### 3.4. Ciclo hidrológico

Los regímenes **hidrológicos** observados en los ríos de la Cuenca Amazónica boliviana son de tipo pluvial tropical, caracterizados por una alternancia marcada entre aguas bajas en invierno principalmente julio a septiembre y con una estación de lluvias, concentrada en el

verano, con el 60 a 80% de las precipitaciones, que ocurre entre diciembre y marzo, época de aguas altas (Hanagarth, 1993, Montes de Oca, 1997 y Navarro y Maldonado 2002) y los otros meses considerado como épocas de transición por Bourges *et al.* (1992). El hidrograma del río Mamoré es alisado y presenta una época de aguas altas de donde viene una gran inundación anual. En la llanura, el ciclo hidrológico depende del aporte que hacen los ríos andinos y las lluvias locales. La primera de aguas blancas y la otra de aguas de planicie, las mismas que presentan mayor acidez. Esta mezcla de aguas genera situaciones complejas y diversas en la dinámica hidrológica en la llanura (Bourrel *et al.* 2004).

*El Ciclo hidrológico* la **(Figura2)** nos muestra valores promedios durante los últimos cuatro años, considerando en cada uno de ellas las tres épocas de muestreo que fueron tomadas por SEMENA en Puerto Varador (Beni). En ellas observamos el ciclo hidrológico durante el año 2000 a 2003 las cuales muestran una variación en los niveles de agua entre tres épocas diferentes. La época de inundación se da durante los meses de enero, febrero, marzo y abril, alcanzando un nivel máximo de inundación registrada para marzo 2003 (9,7m), la época seca durante los meses de agosto, septiembre y octubre siendo la mas baja en septiembre 2003 (1,4m) y la de transición noviembre y diciembre como subida del nivel de agua. Contrariamente mayo, junio y julio el nivel de agua va disminuyendo. Cabe señalar también que se observa una diferencia entre los años 2002 y 2003, tiempo en que se tomaron las muestras en el presente estudio. El nivel hidrológico que presenta el año 2002 muestra un nivel de inundación más bajo y además con un retraso aproximadamente de un mes. El pico máximo se registro para el mes de abril para 2002 y marzo, este último de forma regular como en los demás años.



**Figura 2** Niveles de agua del Río Mamoré en Puerto Varador durante 2000 a 2003. Datos proporcionados por SEMENA.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Diseño de muestreo

Para evaluar el *efecto vegetación* se consideraron 11 especies o tipos de vegetación descritas en el área de estudio, elegidos por su presencia y abundancia en cada laguna y época. En cada tipo de vegetación se tomo una muestra con tres repeticiones con excepción de la vegetación mixta donde tan solo se tomo una sola muestra con 30 golpes que aproximadamente representa 30 segundos en tiempo debido a que la vegetación esta formada por la mayoría de las especies vegetales anteriormente nombradas, las repeticiones en cada especie vegetal fue de 10 golpes de esfuerzo de muestreo que equivale a 10 segundos aproximadamente.

Para ver el *efecto espacial*, se consideraron 2 tipos de lagunas, ubicadas en la llanura de inundación: lagunas de sabana (Belén y río Matiquipiri) y lagunas de bosque (Colorada y del Medio).

Para estudiar el *efecto temporal*, se consideraron tres épocas: seca o de aguas bajas (Noviembre 2002), de inundación o de aguas altas (último días de enero y primeros días de febrero del 2003) y época de transición, cuando el nivel de agua esta bajando (Mayo 2003).

Para caracterizar las condiciones ecológicas de estas lagunas y épocas, se tomaron datos físico químicos “in situ” como:

- Profundidad del agua en el punto de muestreo con la ayuda de un profundímetro
- Temperatura del agua a 30 cm. bajo la superficie
- Conductividad medida con un conductímetro portátil (WTW LF 3L)
- pH medido con un pHmetro portátil (WTW pH 320)
- Transparencia medida con un disco Secchi.
- Sólidos totales suspendidos medidos en g/l de agua

## 4.2. Toma de muestras

Se tomaron muestras biológicas (invertebrados acuáticos principalmente insectos y vegetación) y parámetros físico químicos. La colecta de los insectos se realizó en función al tipo de vegetación en la zona litoral con ayuda de una red de mano con una malla de 250 micras. Para determinar la abundancia una muestra fue referida a 10 unidades de esfuerzo (Poi de Neiff 1989). Este método corresponde al método de golpes (10 veces/muestra) que medido en tiempo es aproximadamente 10 segundos/muestra (Junk 1973, Lino *et al.* 2004 y Fossati 1998). Para comprobar la significación de las diferentes observaciones, el esfuerzo de colecta fue el mismo para todas las estaciones (una muestra con tres repeticiones por especie vegetal). Se realizó una excepción en el área 2 (Río Matiquipiri) en la que presentó Vegetación Mixta, por lo tanto se tomo una sola muestra de 30 golpes que para los análisis se dividió sobre tres para hacer comparaciones de abundancia de insectos con las otras plantas. Todas las muestras fueron fijadas con alcohol al 75 %.

Se han realizado 3 tipos de métodos: Red de Mano, Colecta de Raíces que permite medir la composición cualitativa y cuantitativa de insectos acuáticos en función a la cantidad del material orgánico que vienen de estas raíces medidos en gramos (no se analizaron los resultados en este documento) y el método Trampa de Luz Acuática utilizando luz química, para referenciar cual de ellos es más recomendable.

Al mismo tiempo se considero a Collembola, pero solo a nivel de orden y a otros no insectos como Oligocheta e Hydracarina solo se nombro como referencia ya que no fueron considerados en el análisis de los datos al igual que las pupas aunque estas presentaron una cantidad de individuos relativamente considerable.

Las muestras de vegetación siguieron el protocolo correspondiente para su manejo y conservación según normas del Herbario Nacional de Bolivia, dependiente del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés.

### 4.3. Análisis de laboratorio

La limpieza de muestras consiste en separar los organismos de la materia orgánica colectada. El análisis taxonómico a nivel de familia se realizó en base a las características morfológicas según las claves siguientes: Patrick (1981), Delvare *et al.* (1989), Lopretto *et al.* (1995), Roldán (1988), Tachet *et al.* (2000), Fossati *et al.* (en preparación). Se llevó adelante también, la cuantificación de individuos correspondientes a cada familia en muestras obtenidas mediante el método de red de mano.

### 4.4. Estadística

Se determinó la riqueza (número de taxa), abundancia y la diversidad (índice de Shannon normalizado) como variables dependientes, y el tipo de vegetación, las épocas y los diferentes sitios de muestreo (lagunas) como variables independientes.

Para el análisis de multivariadas, se trabajó con una tabla con datos reales sin modificaciones pero para la interpretación de abundancia se obtuvo el promedio de los datos de la tabla general, dividiendo la suma total de organismos por el número de muestras, que es variable en función a la vegetación, época y laguna o sitio de muestreo ya que estos no fueron homogéneos.

Para determinar si existen diferencias significativas de los insectos a nivel de orden relación a las variables tipos de vegetación, épocas y lagunas se utilizó un Análisis de Variancia (ANOVA) de acuerdo a los modelos lineales generalizados en el programa SPSS 10.0. El modelo fue lo siguiente:

Abundancia = media general + tipo de vegetación + época + error

Modelo general para todos los órdenes

$$Y = \mu + \alpha_i + \delta_j + \theta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3$  épocas

$\alpha$  = Tipos de vegetación (Cyperus, Eichhornia y Mixta)

$Y$  = Abundancia de los diferentes ordenes

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Tipo fijo de la  $i$ -ésima época

$\delta_j$  = Tipo fijo de la  $j$ -ésima tipo de vegetación

$\epsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de los residuales

Se trabajo con datos normalizados utilizando la fórmula **Log (X+1)** debido a que los datos presentan un efecto de abundancia.

Donde:  $X$  = abundancia de los insectos

Se utilizó Test de Student para comparar los promedios de abundancia de cada familia y determinar su variación en relación a los tres factores considerados en el estudio.

Se utiliza un Análisis de Componentes Factoriales (AFC) para destacar importancia relativa de cada uno de los efectos, trabajados sobre 25 familias, excluyendo del análisis, familias por encima del 50% y por debajo del 0.10 %. Para realizar los análisis multivariable se utilizó el programa ADE – 4 (Thioulouse *et al.* 1997).

Los datos físico - químicos fueron sometidos a un Análisis de los Componentes Principales (ACP), para conocer e interpretar la diferencia en la composición de la calidad del agua para cada laguna y además considerando las tres épocas de muestreo. Se trabajo con datos originales normalizados.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Caracterización de los diferentes ambientes

#### 5.1.1 Análisis físico químico

La **tabla I** presenta valores promedios de cinco parámetros físico-químicos que fueron medidos in situ en cada sitio donde se tomaron las muestras de invertebrados. Al determinar la variación de las épocas al interior de los sitios de muestreo (efecto temporal y espacial). La temperatura fluctúa entre 26,2 y 31,3°C, registrándose los valores máximos en el mes de noviembre del 2002 y los mínimos en el mes de mayo del 2003. La profundidad mayor (6,25m), la encontramos en la época de inundación, (febrero 2003), en la Laguna Del Medio y la menor (0,18 m) observada en la laguna Belén durante el mes de noviembre. La transparencia va relacionada a la profundidad, muestra una diferencia temporal y espacial, la época de inundación (enero-febrero 2003) alcanza una transparencia de un metro, en lagunas que están ubicadas próximas al cauce principal del río Mamoré (las mas jóvenes), contrariamente durante la época seca, tiene una transparencia de 5cm en Belén y Matiquipiri que, comparadas a las anteriores lagunas, estas están alejadas del cauce principal. La conductividad caracteriza a la laguna Del Medio por presentar los valores más altos, debido probablemente a que tiene una relación directa con un pequeño río que es el brazo del Mamoré esta conecta el río Mamoré con el Ibare. El pH no presentó ningún patrón de distribución muy marcado registrándose los más bajos durante la época de inundación.

**Tabla I** Valores promedios de los datos físicos químicos medidos in situ en cada sitio donde se tomaron las muestras de insectos acuáticos, durante las tres salidas y cuatro estaciones (lagunas) donde: 1 época seca, 2 inundación y 3 transición.

Laguna y épocas	pH	Temperatura °C	Profundidad m	Transparencia cm	Conductividad $\mu\text{S}/\text{mm}$
Belén 1	6.2	30.2	0.18	5	40
Matiquipiri 1	6.6	30.5	0.34	34	60

Colorada1	6.3	31.3	1.90	100	30
Belén 2	5.7	31.0	0.38	35	34
Colorada 2	5.5	30.3	4.30	42	72
Del Medio2	6.4	28.9	6.25	18	105
Del Medio 3	6.8	26.2	2.00	60	160
Colorada3	6.6	27.6	1.30	53	70
Belén 3	6.8	30.0	0.50	50	30
Matiquipiri 3	6.3	27.3	0.25	25	50

El ACP de los parámetros físico-químicos da una síntesis de las diferencias espacio-temporales considerando la calidad de agua (**Figura 3**). Los dos ejes explican el 62,1% de la variabilidad total de los datos. El círculo de correlaciones muestra que los parámetros de conductividad y transparencia, van relacionados al eje 1 (derecha), que caracteriza a la época de transición (mayo 2003) y a las lagunas Colorada, Del Medio y Matiquipiri, al otro lado encontramos la temperatura como un factor que caracteriza a la laguna Belén. El eje 2 explica un efecto temporal diferenciando principalmente la época de inundación (enero-febrero 2003) por presentar mayor profundidad, en las lagunas Colorada y Del Medio (4.30 a 6.25 m) en la parte superior y en la parte inferior del eje 2, esta la transparencia que caracteriza a las lagunas Colorada y el Matiquipiri que durante la época de transición presentaron una mayor transparencia (53 a 100 cm) y un pH ligeramente ácido comparado a las otras lagunas.

Las lagunas de bosque galería como es la Colorada y del Medio presentan mayor profundidad y mejor transparencia por ser lagunas más jóvenes y las lagunas de la sabana presentan menor profundidad por lo que se registra mayor temperatura. La conductividad es mayor en la laguna del Medio posiblemente porque esta tiene relación con aguas corrientes que vienen del Mamoré y la laguna Belén por la baja profundidad posiblemente la mayor conductividad se de por la acción de los vientos.

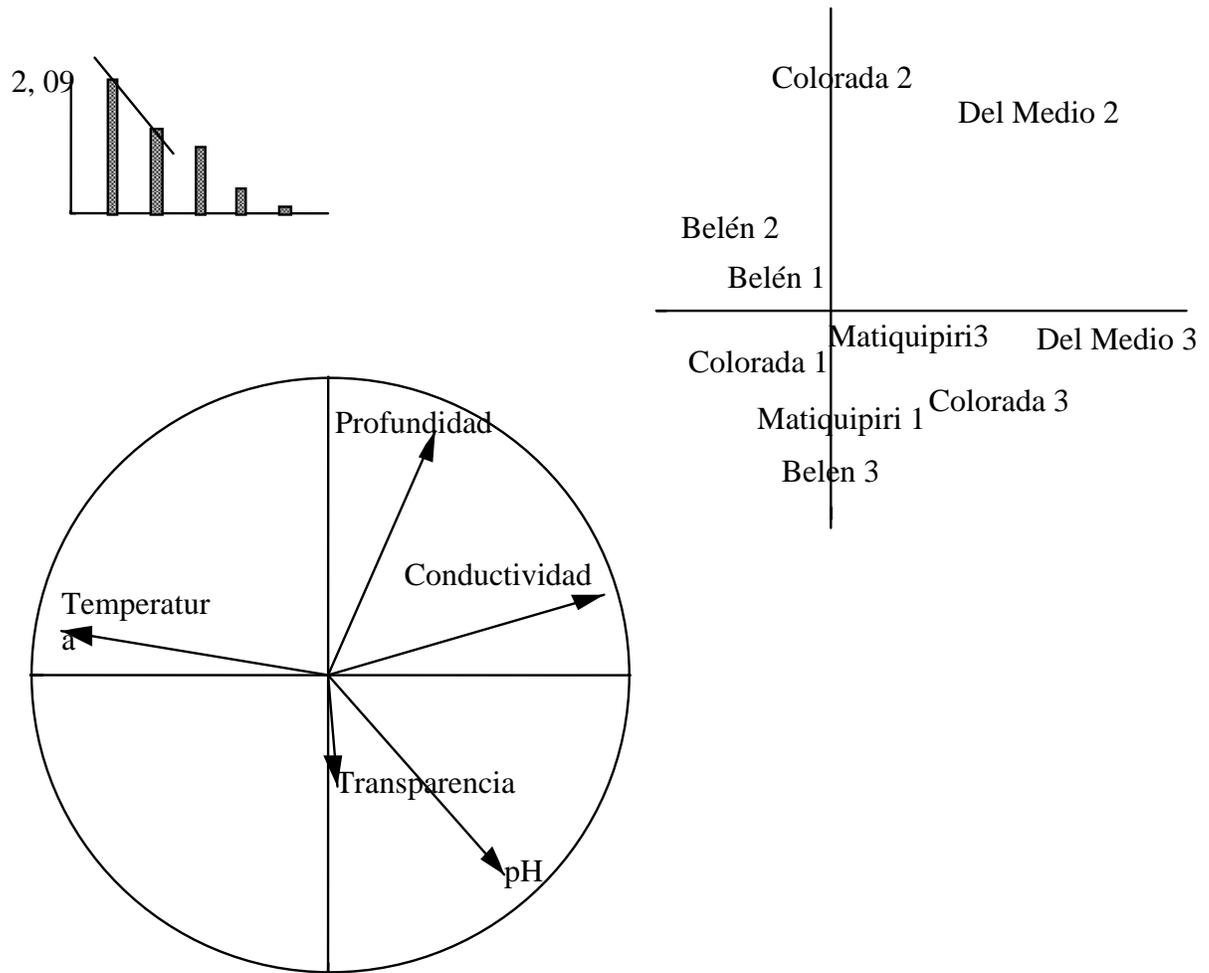


Figura 3 ACP de 5 parámetros físico químicos tomadas in situ en la llanura de inundación del río Mamoré Beni Bolivia durante el 2002 y 2003 donde: 1 época seca, 2 inundación y 3 transición

### 5. 1. 2 Tipo de vegetación presente en cada laguna por cada época

*Cyperus iria* tiene raíces profundas dentro el sustrato y hojas alargadas. La especie se encontró asociada principalmente a *Salvinia mínima* y *Eichhornia crassipes*, así como a algunas gramíneas. *Cyperus* esta presente exclusivamente en la laguna Colorada, en gran cantidad durante la época de inundación comparada a las otras épocas. Forma parte de la Vegetación Mixta.

Las especies de *Eichhornia crassipes* y *azurea* se caracterizan por flotar libremente durante la época de aguas altas y en menor cantidad en época de aguas bajas. El cinturón vegetal

generalmente es asociado con otros tipos de vegetación, como *Salvinia*, *Pistia* principalmente, encontrándose en todas las lagunas durante cada época con una variación en porcentaje de cobertura. En algunos lugares de muestreo como en la laguna Del Medio durante la época de inundación, *Eichhornia* no presentaba asociación con otro tipo de vegetación y para la época de transición asociada a *Paspalum*. En la Laguna Belén, *Eichhornia* se encontró asociada a *Pistia stratiotes* y *Salvinia minima* y en la laguna Colorada, en menor grado, a *Lemna sp.* Ambas especies (*Eichhornia craccipes* y *azurea*) presentaron un cinturón vegetal en casi todos los sitios de muestreo.

*Hymenachne amplexicaulis* se encontró principalmente en las sabanas, en las orillas algo más alejadas del cuerpo de agua, formando pastizales bastante densos que son utilizados con bastante frecuencia en la ganadería como forraje cuando están tiernos. Alcanzan aproximadamente 1 m de altura en época seca y 1.5 m en época de inundación, comúnmente se denomina Cañuela morada, este tipo de vegetación caracteriza a la laguna Belén, al mismo tiempo forma parte de la vegetación mixta en el río Matiquipiri y ausentes de las lagunas Colorada y Del Medio.

*Lemna sp.*, únicamente presente en la laguna Colorada de hojas muy pequeñas denominada lenteja de agua que cubren el espejo de agua, presente sobre todo en lugares con sombra y gran cantidad de materia orgánica en descomposición.

*Marsilea crotophora* presente solo en la laguna Colorada durante la época de transición (mayo 2003). Se distingue como grandes manchones de color verde claro a amarillo y se caracteriza por tener hojas emergentes divididas en cuatro segmentos por lo que es denominada localmente como trébol de agua. Se desarrolla en muy poca cantidad junto a *Salvinia minima* y *Pistia stratiotes*, con bajos índices de cobertura. Le acompañan también *Paspalum repens* y *Eichhornia ssp.* Cabe señalar que esta especie reemplaza a *Salvinia* presente en la época de inundación y no en la época de transición.

*Paspalum fasciculatum*, caracteriza a la laguna Del Medio durante la época de transición y se encontró únicamente en este sitio. Al igual que *Hymenachne*, forma colchas flotantes de

hojas alargadas de color verde, tallos huecos y color blanquecino y es asociada a *Eichhornia*.

La presencia de *Pistia stratiotes* caracteriza a la laguna Colorada donde forma grandes manchones flotantes sobre todo durante la época de inundación. La cobertura vegetal durante esta época fue mayor al 50%. Esta especie también forma parte de la Vegetación Mixta, sobre todo en el Río Matiquipiri.

*Polygonum punctatum* llega a formar colchas flotantes bastante densos. Se encuentra asociada a *Salvinia*, *Pistia* y otras macrofitas. Presente solo en la laguna Colorada y durante la época de inundación con una cobertura vegetal no muy abundante comparada a otras especies como *Eichhornia* y *Thalia*.

*Salvinia minima* presente con mayor cobertura solo en la Laguna Colorada y durante la época seca, macrofitas flotantes de hojas pequeñas. Esta especie se encontró con frecuencia asociada a *Pistia* y forma parte también de la vegetación Mixta.

*Thalia geniculata* esta presente únicamente en la laguna Belén y no presentó ninguna asociación a otras plantas. La cobertura vegetal no se vio afectada por la época pero el tamaño de la herbácea fue mayor en época de inundación comparada a la época seca.

La Vegetación Mixta esta compuesta de casi todas las especies anteriormente nombradas, con una dominancia de *Eichhornia crassipes* y *azurea*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia minima*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Polygonum punctatum* entre otras (**anexo I**). Con mayor predominancia la encontramos en el río Matiquipiri y la Laguna Belén.

Se ubicaron tres estaciones de muestreo se tomaron plantas que colonizaban el borde de las mismas. Esta colección coincide con el predominante desarrollo de las especies dominantes que varía en función de la época.

La laguna **Belén**, presenta un cinturón vegetal compuesta por macrofitas de diversas especies que varía en función a la época, *Talía geniculata* caracteriza a esta laguna porque solo en ella se encuentra, de forma permanente sin influencia de la época, no presenta asociación a otro tipo de vegetación y cubre una menor extensión a lo largo de toda la laguna comparada a otras especies. *Eichhornia crassipes* y *azurea*, *Cyperus iria*. y Vegetación Mixta ausentes para la época seca pero dominaron durante la inundación y transición. Esta laguna se caracteriza por estar ubicada en la llanura de inundación que no tiene la influencia del río Mamore y el nivel de inundación se da por el aporte de aguas de planicie producidas por las lluvias locales. Por estar dentro la sabana como tal la laguna Belén no presenta vegetación ribereña (bosque galería) hecho que no permite tener un aporte de materia orgánica aloctono de las plantas.

La laguna **Colorada**, durante las tres épocas de muestreo, la diversidad de macrofitas no presento cambios significativos pero si variaciones cuantitativas. Las especies dominantes fueron *Eichhornia crassipes*, *Cyperus iria*, *Salvinia minima*, *Pistia stratiotes* y *Marsilea crotophora*. Situada dentro del bosque galería entre el río Mamoré de aguas blancas y el Ibare de aguas de planicie, recibe el aporte de aguas provenientes de ambos ríos durante la inundación.

La laguna **Del medio**, presentó un solo tipo de vegetación para la época de inundación, caracterizado por *Eichhornia crassipes* y para la época de transición *Eichhornia crassipes* y *Paspalum repens*. Constituye una laguna meandrica muy joven (Aproximadamente 20 años) originada por al río Mamore que tienen una conexión directa durante la época de inundación.

El Río **Matiquipiri**, a lo largo de las tres épocas de muestreo la vegetación fue mixta conformada principalmente por *Eichhornia crassipes*, *Cyperus iria*, *Salvinia minima* y *Pistia stratioides* entre otras. Situada en la sabana, recibe aporte de aguas locales y bastante influenciadas por las aguas negras del río Matiquipiri cargadas de gran material en descomposición (humos). Por otra parte sobre esta zona existe una gran influencia ganadera a lo largo de todo el año.

## 5.2 Descripción general de la comunidad de los insectos acuáticos

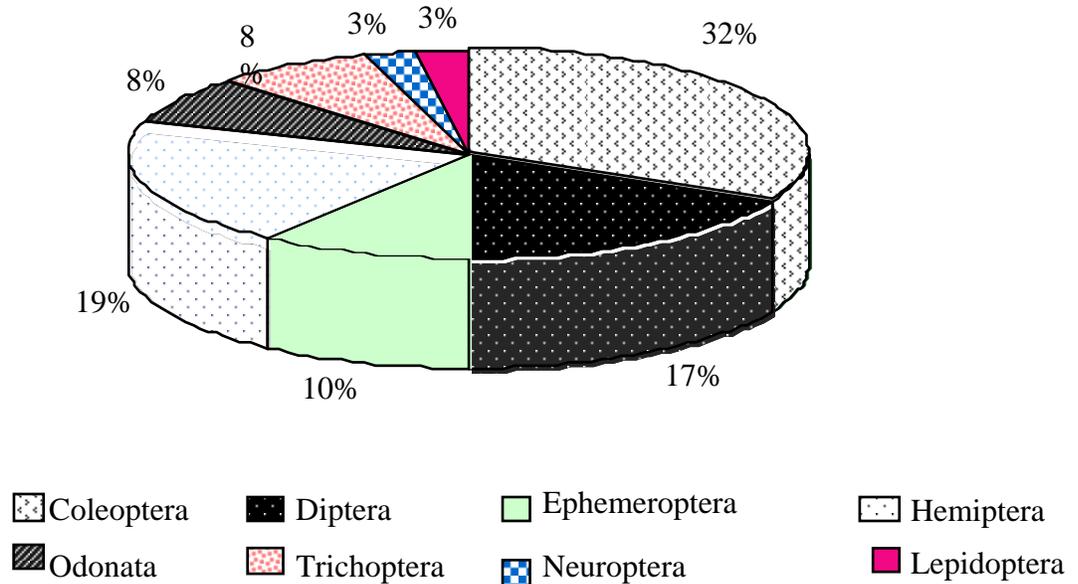
### 5.2.1 Composición cualitativa

De las 108 muestras se identificaron 41 familias que pertenecen a ocho órdenes (**Tabla II**): El orden Coleóptero es el que tiene mayor número de familias (14), seguido por los órdenes Hemiptera (8), Díptera (7), Ephemeroptera (4), Odonata (3), Trichoptera (3), Neuroptera y Lepidoptera (1). El porcentaje de familias por cada orden está presentado en la **figura 4**.

**Tabla II** Composición cualitativa de la comunidad de insectos acuáticos de la llanura de inundación del Río Mamoré, 2002 – 2003.

ORDEN	FAMILIA	ORDEN	FAMILIA
<b>Coleoptera</b>	Chrysomelidae	<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae
	Curculionidae		Caenidae
	Dryopidae		Leptophlebiidae
	Dytiscidae		Polymitarcyidae
	Elmidae	<b>Hemiptera</b>	Belostomatidae
	Gyrinidae		Corixidae
	Hydraenidae		Gerridae
	Hydrophilidae		Mesoveliidae
	Hydrochidae		Naucoridae
	Noteridae		Notonectidae
	Passalidae		Pleidae
	Scarabaeidae		Veliidae
	Scirtidae	<b>Odonata</b>	Aeshnidae
	Staphylinidae		Coenagrionidae
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae		Libellulidae
	Chaoboridae	<b>Trichoptera</b>	Hydroptilidae
	Chironomidae		Leptoceridae
	Culicidae		

Stratiomyidae	<b>Neuroptera</b>	Polycentropodidae
Tabanidae		Sisyridae
Tipulidae	<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae

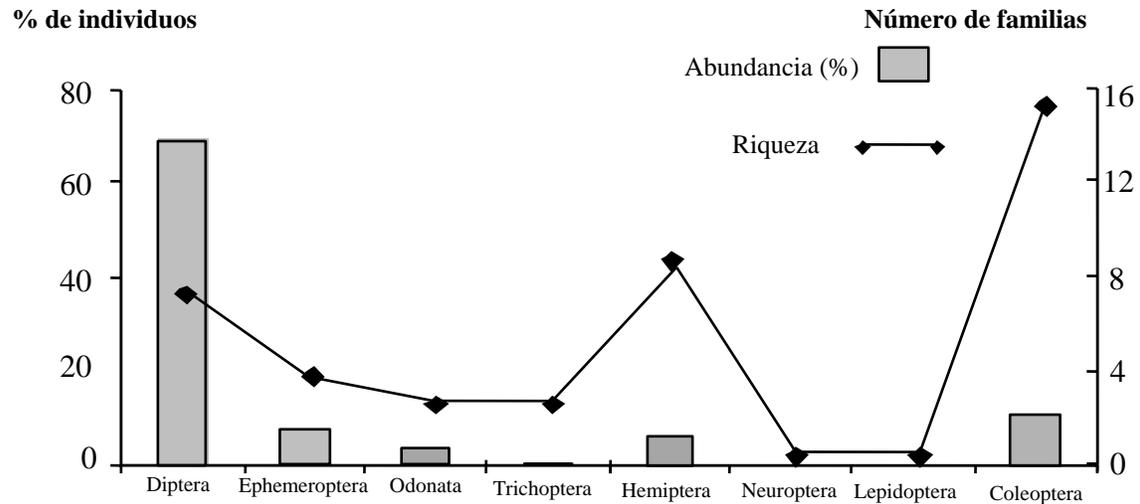


**Figura 4** Porcentajes de ocurrencia de las familias de insectos por cada orden en la llanura de inundación del río Mamoré Beni

### 5.2.2 Abundancia a nivel de órdenes

De las 108 muestras, los invertebrados acuáticos compuestos de Insectos, Arácnidos, Oligochetas alcanzaron a un número de 25141 individuos, de los cuales los Insectos alcanzan a 23251 individuos, a su vez los Dípteros fueron sus mayores representantes (69.7 % de los insectos) pero con menor riqueza (7 familias), siendo los Chironomidae el taxón mas importante por ser los más abundantes en todas las épocas y en cada laguna en estudio. En forma decreciente el orden Coleóptero presenta una abundancia porcentual de 11.7 % pero una mayor riqueza con 14 familias. Neuróptero y Lepidóptero son los órdenes que

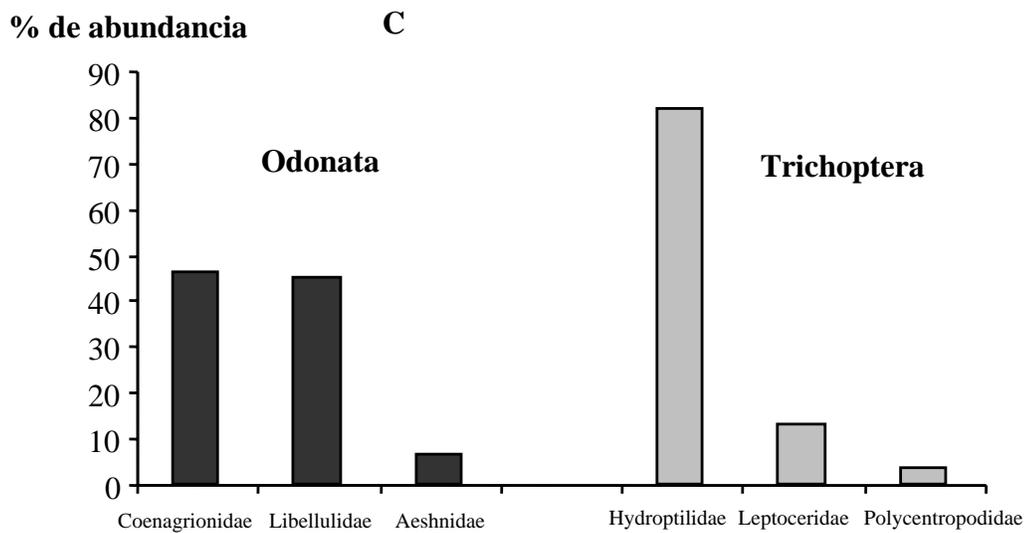
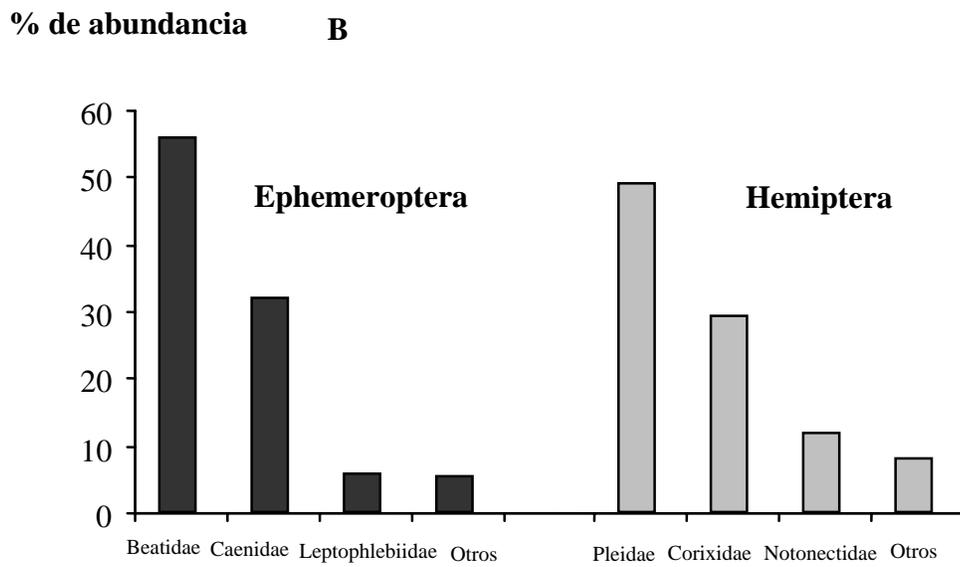
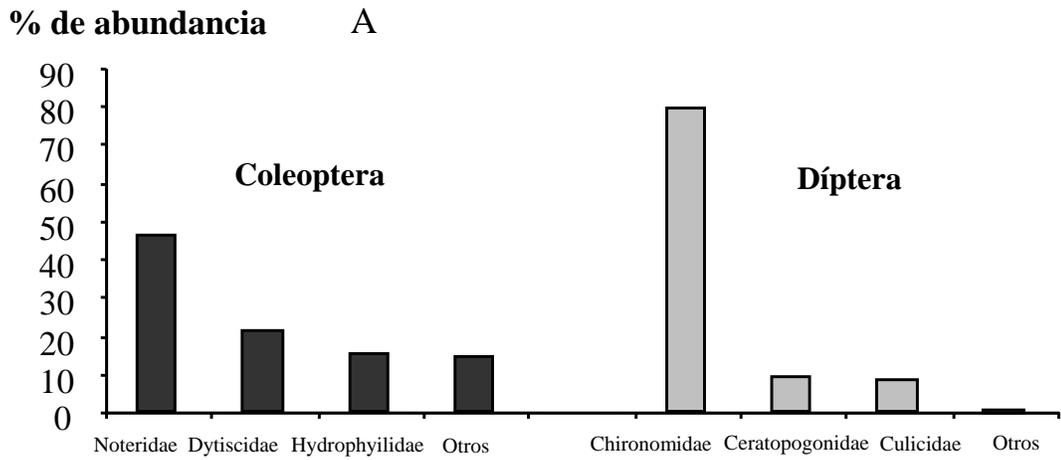
presentan la menor riqueza y el menor porcentaje de abundancia (menor al 5% **Anexo II, Figura 5**).



**Figura 5** Abundancia total de los individuos por orden expresada en porcentaje y número de familias (riqueza representada en líneas y las barras la abundancia).

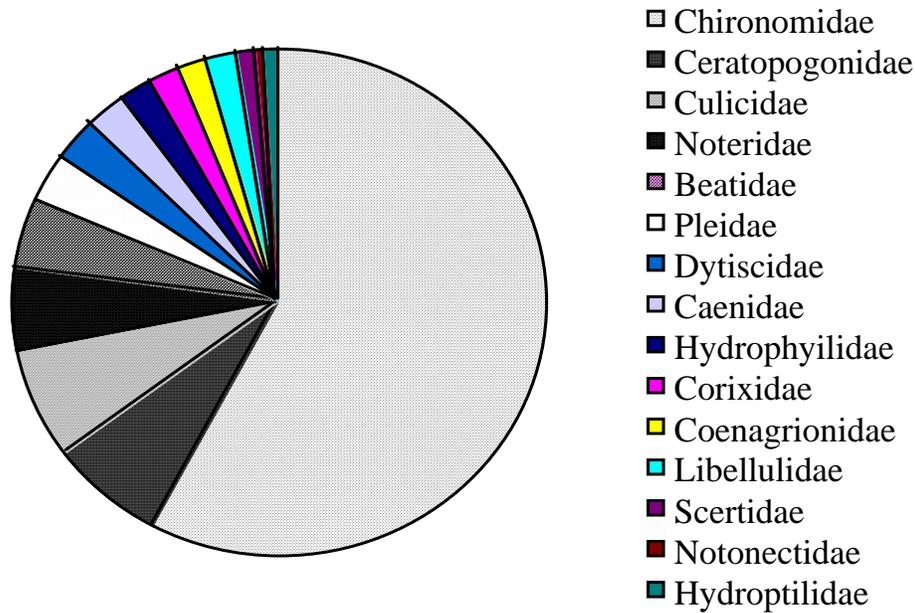
### 5.2.3 Abundancia a nivel de familia

Se realizó el análisis de forma separada de las familias por cada orden. El orden Coleoptera con sus familias más importantes en forma decreciente se tiene a Noteridae (47 %), Dytiscidae (22 %) e Hydrophilidae (16 %) como los más abundantes y Scarabidae, Staphylinidae y Pasilidae como los que presentan menor abundancia (menor al 0.02 %). El orden Hemiptera presentó a Pleidae (49.4 %), Corixidae (29.8 %), Notonectidae (12.3 %) y con menor abundancia Gerridae, Mesoveliidae y Veliidae (menos del 0.5 %). Diptera presentó a Chironomidae (80.1 %), seguida de Ceratopogonidae (10 %) y los que presentan menor abundancia Chaoboridae y Tipulidae (menos del 0.1 %). Para Ephemeroptera, Baetidae (56 %), Caenidae (32.2 %) fueron seguidos de Leptophlebiidae y Polymitarciidae con menos del 10 %. Para Odonata, las familias con mayor abundancia están dadas para Coenagrionidae y Libellulidae con 49 % y Aeshnidae con 7.2 %. Trichoptera tenemos a Hydroptilidae 82,3 %, seguida de Leptoceridae (13.5 %) y Polycentropodidae (4.2 %). Finalmente el orden Neuroptera y Lepidoptera los menos abundantes (**Figura 6 A B C**).



**Figura 6 ABC** Abundancia porcentual de las diferentes familias por cada orden.

De las 41 familias registradas en este trabajo, 15 familias se caracterizan por presentar una abundancia de organismos mayor al 1 %, con una dominancia absoluta de Chironomidae (56 %), seguidos de Ceratopogonidae y Culicidae (7 %), Scirtidae, Notonectidae e Hydroptilidae 1 % (Anexo IV y figura 7). Veliidae, Tipulidae y Pasalidae son familias son las 41 que tienen una abundancia relativa expresada en porcentaje como las más bajas (meno a 0.005 %).



**Figura 7** Abundancia total (Número de individuos /10 golpes) de los individuos de 15 familias más representativas del total de muestras.

### 5.3 Importancia de los factores vegetación, laguna y época para explicar las variaciones de composición

#### 5.3.1 Efectos generales

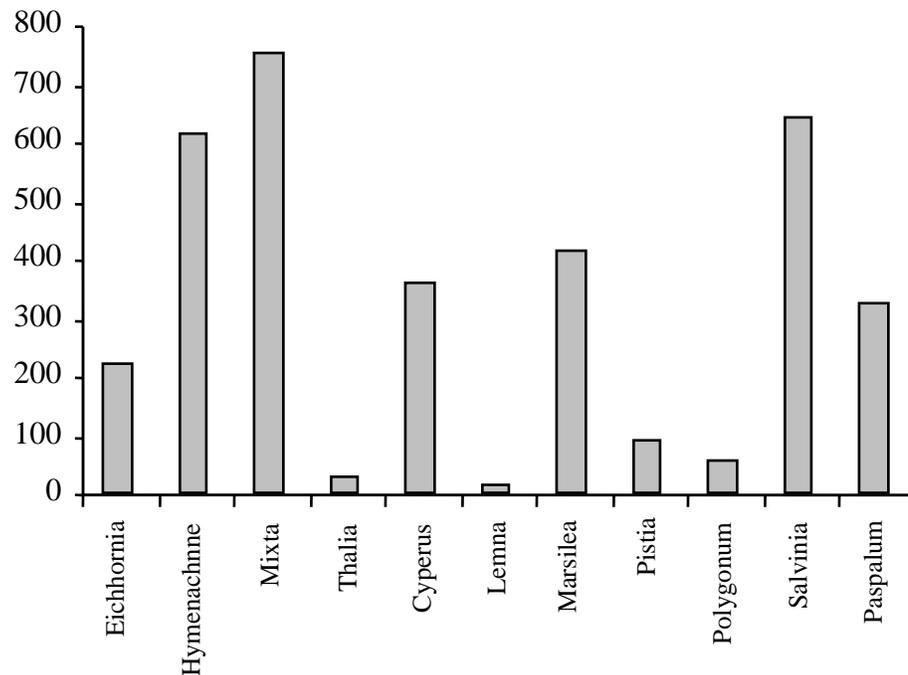
##### Vegetación

Cada tipo de vegetación alberga una comunidad de insectos diferente: el género *Eichhornia* presenta 33 familias, *Cyperus* 32, Mixta 29, *Marsilea* 27, *Salvinia* 27, *Hymenachne* 26, *Paspalum* 21, *Pistia* 16, *Thalia* 15, *Polygonum* 11 y *Lemna* solo 7 familias. Cabe señalar que el muestreo no es equitativo, dando lugar a un posible efecto de

muestreo que tiene una tendencia a reducir el número de familias en las vegetaciones menos muestreadas como es el caso de *Lemna*. Algunas familias son características de un determinado tipo de vegetación por estar presente únicamente en ella. Veliidae solo se observó en *Echhornia*, Pasalidae en *Hymenachne*. Otras como Staphilinidae presente en dos tipos de vegetación *Echhornia* e *Hymenachne*, Mesovellidae en *Cyperus* y *Echhornia*, Pyralidae en *Salvinia* y *Thalia*. Por el contrario Baetidae se encontró en todos los tipos de vegetación, lo que demuestra que no tienen ningún tipo de predilección. Otras como Chironomidae, Culicidae, Caenidae y Noteridae fueron están presentes en casi todos los tipos de vegetación excepto en *Thalia* (**Anexo IV**).

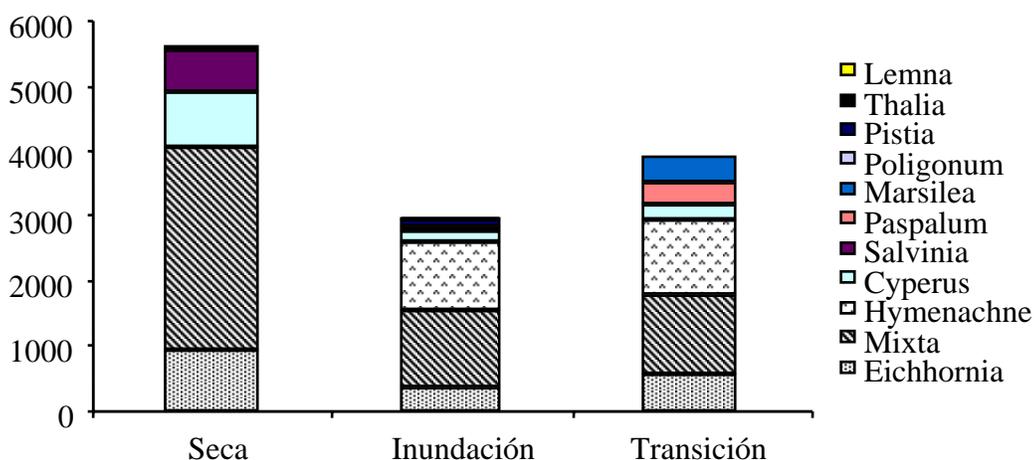
En relación a la abundancia de los insectos en cada tipo de vegetación, se encontró mayor número de organismos en Vegetación Mixta (esfuerzo de muestreo 758 individuos), seguida de *Salvinia* (649), *Hymenachne* (618) por orden de importancia (**Anexo V y Figura 8**). Por el contrario el género *Lemna* presenta la menor abundancia observada, con solo 20 individuos.

#### Número de individuos

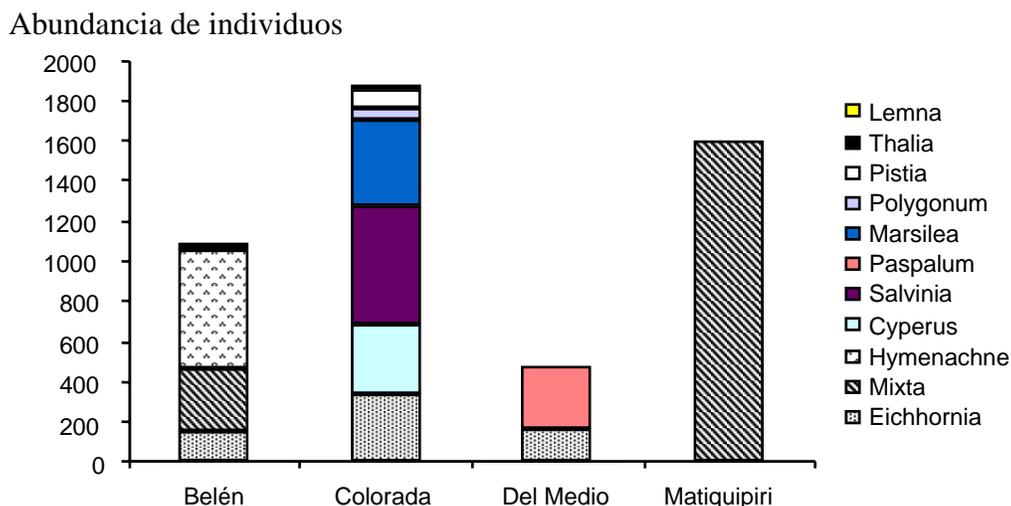


**Figura 8.** Abundancia (número de individuos /10 golpes) de los insectos presentes en cada tipo de vegetación

Durante la época seca se trabajo sobre cinco especies de macrofitas con abundancias relativas decrecientes de los insectos en Vegetación Mixta, *Eichhornia*, *Cyperus*, *Salvinia* y *Thalia*. En la época de inundación, obtenemos la abundancia de insectos en siete tipos de vegetación: Vegetación Mixta, *Eichhornia*, *Hymenachne*, *Cyperus*, *Polygonum*, *Pistia* y *Lemna*. En la época de transición (mayo 2003) se observaron abundancias en siete tipos de vegetación: Vegetación Mixta, *Hymenachne*, *Eichhornia*, *Marsilea*, *Paspalum*, *Cyperus* y *Thalia*. En relación a las tres épocas, los números de invertebrados fueron muy variables (**Anexo VI y Figura 9**). Se consideran tres especies de macrofitas (*Eichhornia*, *Cyperus* y Vegetación Mixta) porque estas son las que se presentan en cada época, para diferenciar el efecto del tiempo sobre la abundancia de los insectos en cada tipo de vegetación.



**Figura 9** Abundancia total de los insectos por cada tipo de vegetación en función a las épocas de muestreo

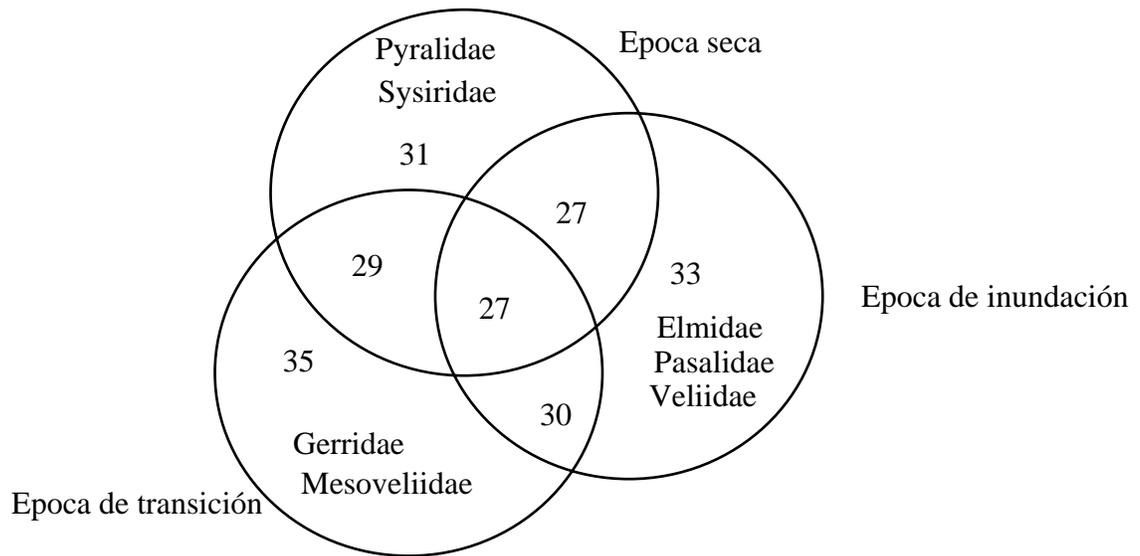


**Figura 10** Abundancia total de los insectos acuáticos para cada macrofita en relación a las estaciones de muestreo

La abundancia de individuos por estación (efecto espacial) se observa: la laguna Colorada muestra mayor número de especies de macrofitas. Dentro de ellas *Salvinia* alberga a una mayor abundancia de insectos, seguida de *Marsilea* y *Cyperus*. Por el contrario, *Lemna* presentó una menor abundancia de insectos (**Anexo VII, Figura 10**). La laguna Belén tenía cuatro macrofitas, con mayor abundancia de insectos en *Hymenachne* y menor abundancia en *Thalia*. La laguna del Medio presentó un cinturón vegetal conformado solo de dos especies de macrofitas, *Paspalum repens* y *Eichhornia crassipes*. El río Matiquipiri solo presentó Vegetación Mixta donde se observó una abundancia elevada de insectos.

### **Épocas**

Para la época seca (noviembre 2002) se observó 31 familias, donde Pyralidae y Sisyridae solo están presentes en esta época. Las familias ausentes son Tipulidae, Dryopidae, Elmidae, Gyrinidae, Pasalidae, Staphylinidae, Gerridae, Mesoveliidae, y Veliidae. Para la época de inundación (enero y febrero 2003), tenemos 33 familias. Elmidae, Pasalidae y Veliidae caracterizan a esta época ya que solo se encontró en ella. Siete familias están ausentes para esta época entre ellas mencionamos a Pyralidae, Sisyridae, Polycentropodidae, Scarabidae, Tipulidae, Gerridae, y Mesoveliidae. Finalmente 35 familias caracterizan a la época de transición (mayo 2003) incluyendo Tipulidae, Gerridae y Mesoveliidae. Cinco familias están ausentes: Pyralidae, Sisyridae, Elmidae, Pasalidae y Veliidae. Así mismo podemos señalar el número de familias comunes para dos épocas como: seca e inundación con 27 familias, inundación y transición con 30 familias, seca y transición con 29 familias y finalmente 29 familias comparten las tres épocas (**Anexo II y figura 11**).



**Figura 11** Distribución del número de familias para cada época con algunos ejemplos de familias que caracterizan a cada una de ellas.

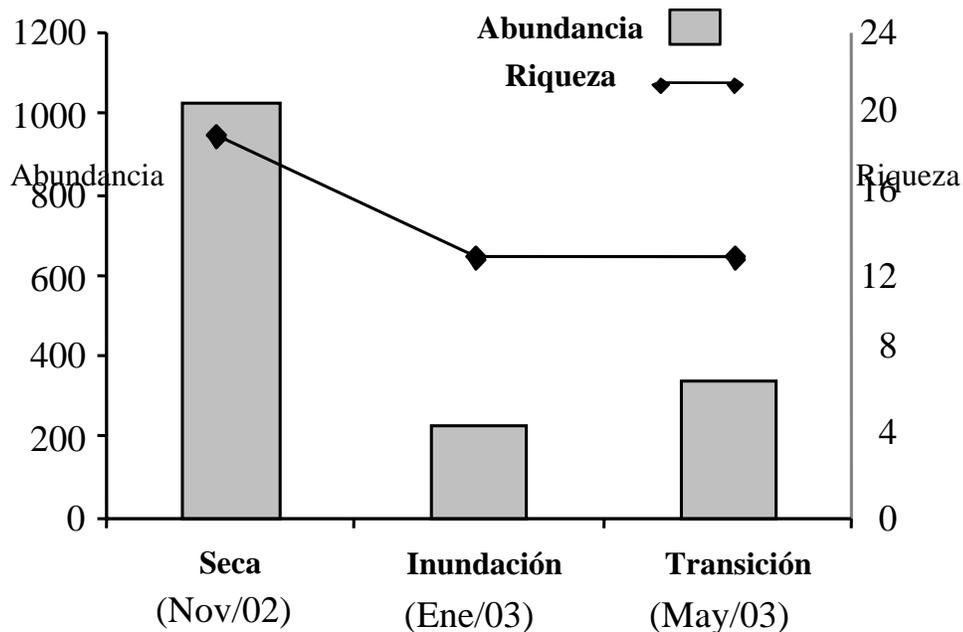
La abundancia es variable en función a cada época (**Anexo VII**). La mayor abundancia se observo durante la época seca (1004 individuos/10 golpes) con familias como Chironomidae, Ceratopogonidae y Noteridae, seguida de la época de transición con 336 individuos Chironomidae, Baetidae y Noteridae familias con mayor abundancia. Finalmente la época de inundación presenta un menor abundancia con 250 individuos/10golpes y las familias que lo caracterizan Chironomidae, Pleidae y Culicidae.

La **tabla III** muestra las diferencias de riqueza, densidad y diversidad de la comunidad de los insectos acuáticos a nivel de agrupaciones totales por época de muestreo. Podemos observar que la abundancia promedio alcanza a 1032 individuos y la riqueza a 19 familias con una diversidad de 0.59. Para la época de inundación, tenemos una abundancia promedio de 235 individuos, una riqueza de 14 familias y una diversidad de 0.6. En la época de transición la abundancia alcanza a un promedio de 346 individuos, una riqueza de 14 familias y una diversidad de 0.6. Existe entonces un aumento de la abundancia y riqueza durante la época de aguas bajas (noviembre 2002) cuando disminuye levemente la

diversidad. Por el contrario en la época de inundación hay una disminución de la riqueza y de la abundancia con un aumento leve de la diversidad (**Figura 12**).

**Tabla III** promedios de abundancia, diversidad y riqueza de las familias en las tres épocas de muestreo en la llanura de inundación

<i>Época seca</i>				<i>Época de transición</i>			
Laguna y planta	Densidad	Riqueza	Diversidad	Laguna y planta	Densidad	Riqueza	Diversidad
Belén Thalia	62	13	0,86	Del Medio Eichhornia	173	13	0,58
Matiquipiri Mixta	3127	24	0,49	Del Medio Eichhornia	168	11	0,59
Colorada Salvinia	1104	25	0,52	Del Medio Eichhornia	226	11	0,65
Colorada Cyperus	1420	22	0,45	Del Medio Paspalum	278	12	0,63
Colorada Eichhornia	1180	25	0,44	Del Medio Paspalum	214	6	0,58
Colorada Salvinia	272	17	0,70	Del Medio Paspalum	517	20	0,59
Colorada Cyperus	291	12	0,58	Colorada Eichhornia	175	13	0,48
Colorada Eichhornia	798	13	0,66	Colorada Eichhornia	211	19	0,66
<b>Promedio</b>	<b>1031,75</b>	<b>19</b>	<b>0,59</b>	Colorada Eichhornia	103	10	0,68
<i>Época de inundación</i>				Colorada Marsilea	196	19	0,64
Belén Eichhornia	114	18	0,82	Colorada Marsilea	319	22	0,73
Belén Eichhornia	92	16	0,73	Colorada Marsilea	874	24	0,77
Belén Eichhornia	91	12	0,79	Colorada Cyperus	20	5	0,73
Belén Hymenachne	516	23	0,52	Colorada Cyperus	234	15	0,71
Belén Hymenachne	265	17	0,62	Colorada Cyperus	367	19	0,71
Belén Hymenachne	260	18	0,63	Belén Eichhornia	360	15	0,61
Belén Mixta	421	17	0,69	Belén Eichhornia	79	12	0,56
Belén Mixta	801	19	0,64	Belén Eichhornia	180	12	0,62
Belén Mixta	585	18	0,68	Belén Mixta	134	7	0,58
Colorada Pistia	163	16	0,67	Belén Mixta	268	15	0,62
Colorada Pistia	114	9	0,71	Belén Mixta	114	15	0,64
Colorada Pistia	21	6	0,85	Belén Hymenachne	403	17	0,42
Colorada Cyperus	246	13	0,78	Belén Hymenachne	1972	19	0,39
Colorada Cyperus	122	13	0,79	Belén Thalia	4	1	0,00
Colorada Cyperus	232	18	0,64	Matiquipiri Mixta	1060	9	0,39
Colorada Eichhornia	144	11	0,48		<b>345,96</b>	<b>14</b>	<b>0,6</b>
Colorada Eichhornia	114	11	0,56				
Colorada Eichhornia	120	8	0,33				
Colorada Polygonum	60	10	0,83				
Colorada Lemna	24	8	0,83				
Del Medio Eichhornia	142	14	0,39				
Del Medio Eichhornia	210	15	0,41				
Del Medio Eichhornia	71	2	0,25				
Matiquipiri Mixta	702	18	0,59				
	<b>235</b>	<b>14</b>	<b>0,6</b>				



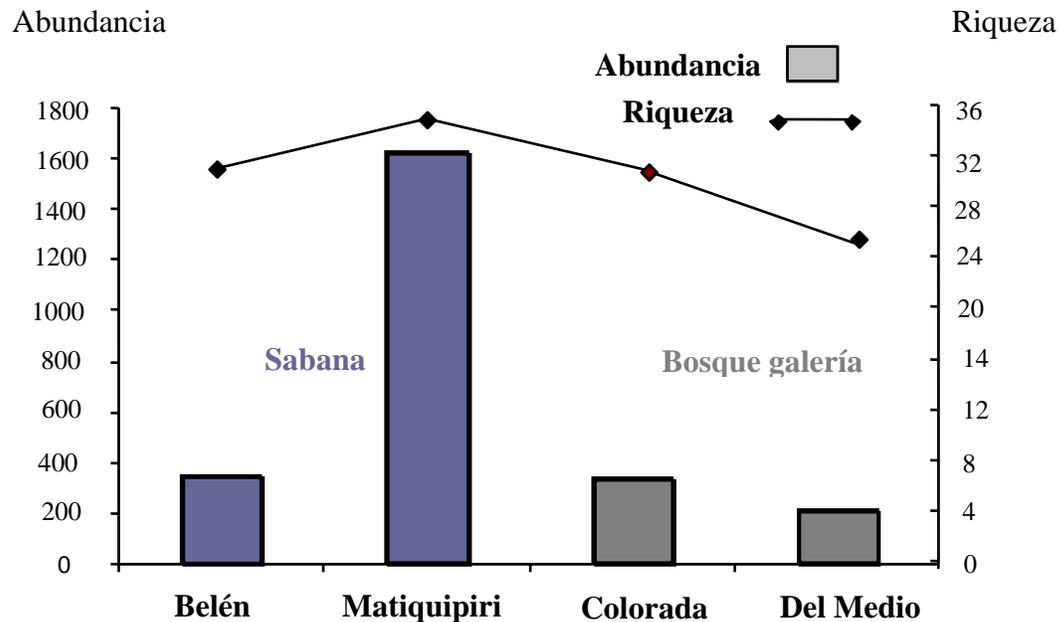
**Figura 12** Riqueza y abundancia (esfuerzo de muestreo) de los insectos en relación a las épocas de muestreo.

### Laguna

En relación al efecto espacial la laguna Belén presenta 37 familias y 3 ausentes Polycentropodidae, Sisyridae y Veliidae. La laguna Colorada presenta 34 familias y 6 ausentes Gyrinidae, Elmidae, Staphylinidae, Tipulidae, Pasalidae y Veliidae. La laguna Del Medio presenta solo 27 familias y 13 ausentes y finalmente Matiquipiri presenta 26 familias (**Anexo II**). Las familias más abundantes son, en la laguna Belén los Chironomidae, Pleidae y Baetidae. En el Matiquipiri los Chironomidae, Noteridae y Ceratopogonidae, en la laguna Colorada a los Dípteros como Chironomidae, Ceratopogonidae y Culicidae y finalmente en la laguna del Medio los Chironomidae, Baetidae y Culicidae como los mas abundantes (**Anexo VIII**).

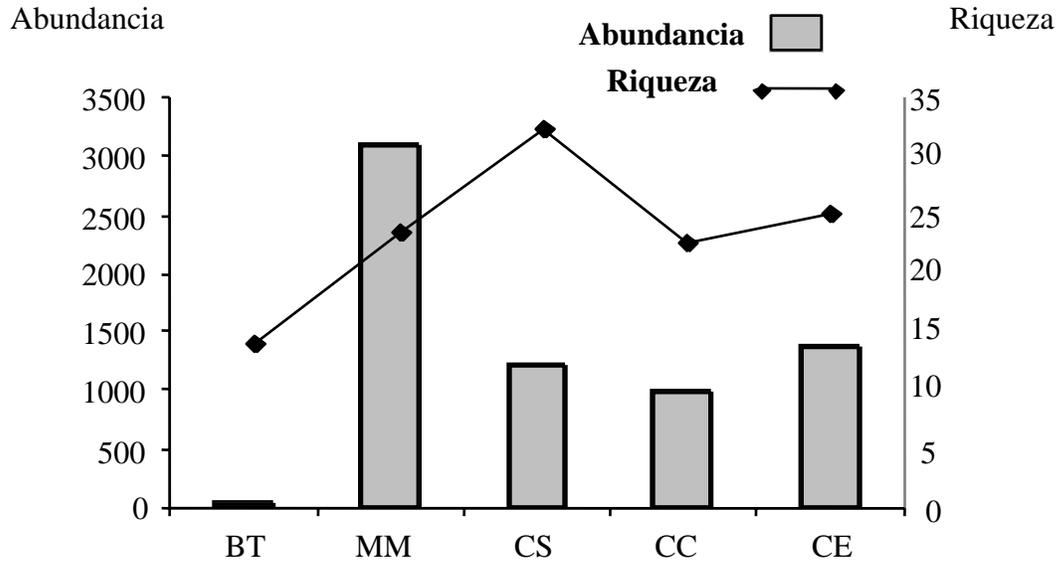
La laguna Belén alcanza una abundancia promedio de 357 individuos, una riqueza de 15 familias y una diversidad según el índice de Shannon de 0,6. La laguna Colorada con una abundancia promedio de 344 individuos, riqueza (15 familias) y la diversidad (0,6). Laguna Del Medio abundancia (222 ind.), riqueza (12) y diversidad 0,5 y finalmente Matiquipiri

con una abundancia promedio de 1630 individuos la riqueza de 17 familias y la diversidad de 0,4. De manera general los sitios que están situadas en la sabana y que no tienen influencia directa del río Mamore tienen una mayor riqueza y abundancia de organismos comparada a los sitios que tienen influencia directa de la inundación causada por el desborde del río Mamore tendría un efecto contrario (**Tabla IV** y **Figura 13**).



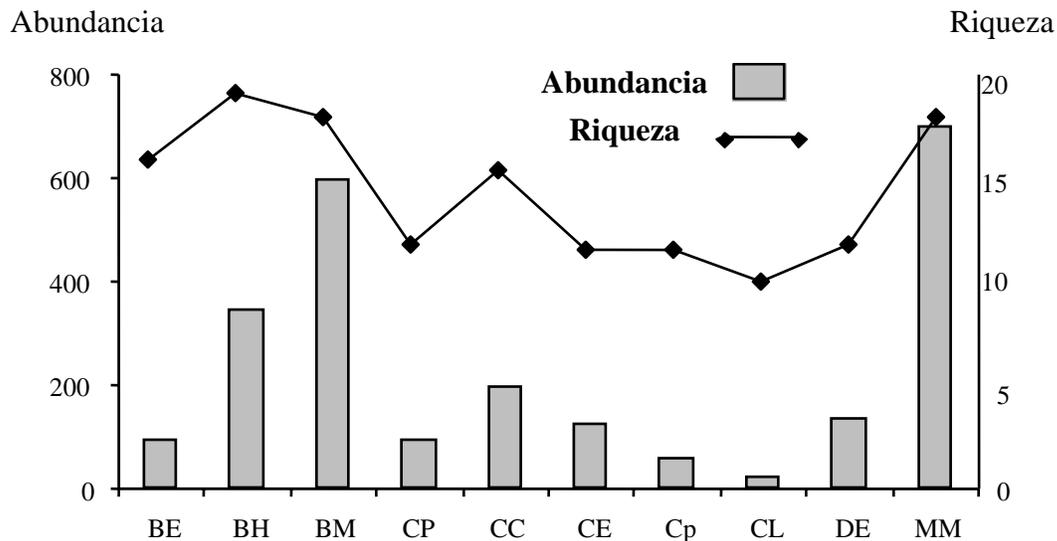
**Figura 13** Fluctuación espacial de promedios de riqueza y abundancia de organismos estudiados en la llanura de inundación de Moxos

De forma separada para cada época se observa que: en la época seca (noviembre 2002) la abundancia es mayor para el Matiquipiri que se caracteriza por tener una vegetación mixta pero la riqueza es mayor en la laguna Colorada con una abundancia similar para cada tipo de vegetación (*Salvinia*, *Cyperus* y *Eichhornia*) por el contrario, la laguna Belen presento una menor riqueza y abundancia (**Figura 14**).



**Figura 14** Riqueza y abundancia de los insectos acuáticos durante la época seca, donde la primera letra indica la laguna y la segunda la planta. BT: Belen-*Thalia*; MM: Matiquipiri – Mixta; CS: Colorada-*Salvinia*; CC: Colorada - *Cyperus*; CE: Colorada *Eichhornia*.

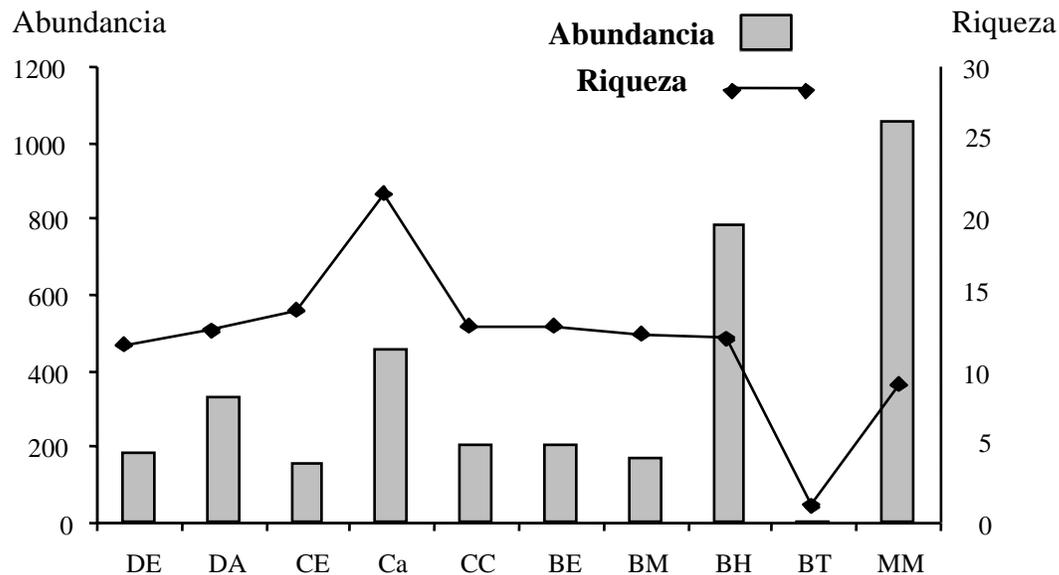
Podemos mencionar que en la época de inundación la riqueza y abundancia es mayor en la laguna Belén en *Hymenachne* seguida de Vegetación Mixta en el Bajío dominada en orden de importancia por Chironomidae, Pleidae, Culicidae y Dytiscidae (**Figura 15**).



**Figura 15** Abundancia relativa expresada en porcentaje de la comunidad de insectos acuáticos (esfuerzo de captura/tiempo) en la época de inundación, donde BE: Belen-*Eichhornia*; BH: Belén *Hymenachne*; BM: Belén Mixta; CP: Colorada *Pistia*; CC:

Colorada *Cyperus*; CE: Colorada *Eichhornia*; Cp: *Cyperus Polygonum*; CL: Colorada *Lemna*; DE: Colorada *Eichhornia*; MM: Matiquipiri Mixta.

Para la época de transición la riqueza caracteriza a la laguna Colorada para *Marsilea* y la abundancia para el Matiquipiri y Laguna Belén ambas con Vegetación Mixta donde las familias más importantes por su abundancia son Chironomidae, Baetidae, Culicidae y Noteridae (**Figura 16**).



**Figura 16** Riqueza y abundancia de los organismos época de transición (mayo 2003), donde D: del Medio, C: Colorada, B: Belén, Matiquipiri, E: *Eichhornia*, A: *Paspalum*, a: *Marsilea*, C: *Cyperus*, M: Mixta, H: *Hymenachne* y T: *Thalia*.

### 5. 3.2 Efectos específicos

La **figura 17** ilustra el Análisis de Componentes Factoriales (AFC) de la comparación de 26 familias de insectos acuáticos en relación a la variabilidad del tipo de vegetación, entre las épocas al nivel temporal y entre los tipos de lagunas al nivel espacial. Los primeros tres ejes F1 (16 %), F2 (13 %) y F3 (9 %) explican el 38 % de la variabilidad total de los datos.

La distribución de las familias de los insectos aparentemente no muestra un medio preferencial para su desarrollo en relación al tipo de vegetación.

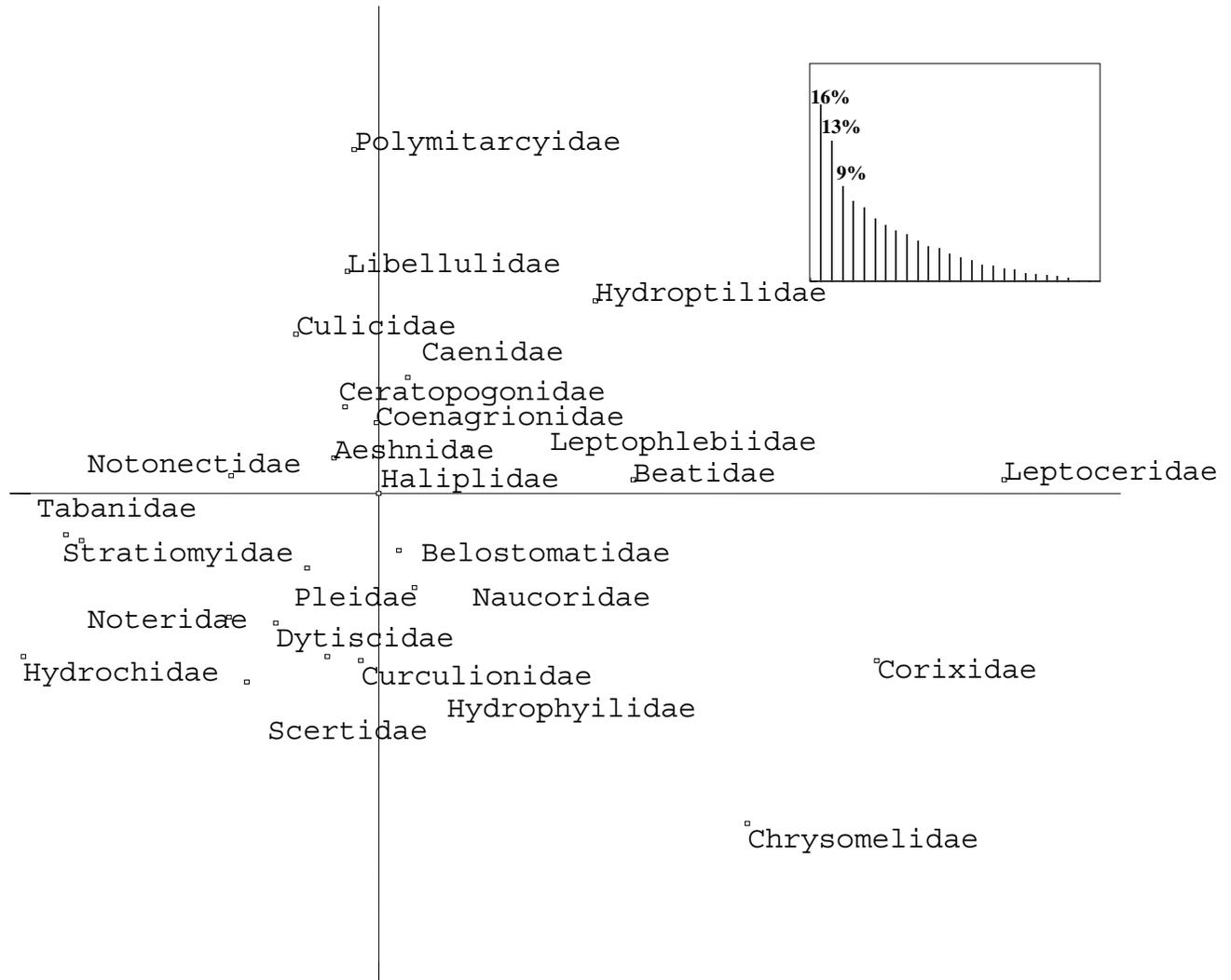
El eje 1 muestra un efecto espacial tomando en cuenta el tipo de laguna, tenemos a Leptoceridae y Corixidae que están relacionadas principalmente a las lagunas Del Medio y Belen, Contrariamente Notonectidae, Tabanidae y Stratiomyidae tienen preferencia por la laguna Colorada y Matiquipiri ya que estas familias prefieren aguas calmadas y con mayor vegetación (**Figura 17 y Anexo IX**).

**Tabla IV** promedios de abundancia, diversidad y riqueza de las familias en las lagunas de sabana y las del bosque en la llanura de inundación. Donde B (Belén), C (Colorada), M (Matiquipiri), D (Del Medio), T (*Thalia*), E (*Eichhornia*), H (*Hymenacne*), M (Mixta), S (*Salvinia*), C (*Cyperus*), P (*Pistia*), p (*Polygonum*), L (*Lemna*), a (*Marsilea*), A (*Paspalum*), rm (red de mano), 1 (época seca), 2 (inundación) y 3 (Transición).

Codigos	Densidad	Riqueza	Diversidad	Codigos	Densidad	Riqueza	Diversidad	Codigos	Densidad	Riqueza	Diversidad
BTrm1	62	13	0,86	CSrm1	1104	25	0,52	DErm2	142	14	0,39
BErm2	114	18	0,82	CCrm1	1420	22	0,45	DErm2	210	15	0,41
BErm2	92	16	0,73	CErm1	1180	25	0,44	DErm2	71	2	0,25
BErm2	91	12	0,79	CSrm1	272	17	0,70	DErm3	173	13	0,58
BHrm2	516	23	0,52	CCrm1	291	12	0,58	DErm3	168	11	0,59
BHrm2	265	17	0,62	CErm1	798	13	0,66	DErm3	226	11	0,65
BHrm2	260	18	0,63	CPrm2	163	16	0,67	DArm3	278	12	0,63
BMrm2	421	17	0,69	CPrm2	114	9	0,71	DArm3	214	6	0,58
BMrm2	801	19	0,64	CPrm2	21	6	0,85	DArm3	517	20	0,59
BMrm2	585	18	0,68	CCrm2	246	13	0,78	<b>Total</b>	<b>1999</b>	<b>104</b>	<b>4,6753264</b>
BErm3	360	15	0,61	CCrm2	122	13	0,79	<b>Promedio</b>	<b>222</b>	<b>12</b>	<b>0,5194807</b>
BErm3	79	12	0,56	CCrm2	232	18	0,64				
BErm3	180	12	0,62	CErm2	144	11	0,48				
BMrm3	134	7	0,58	CErm2	114	11	0,56				
BMrm3	268	15	0,62	CErm2	120	8	0,33				
BMrm3	114	15	0,64	Cprm2	60	10	0,83				
BHrm3	403	17	0,42	CLrm2	24	8	0,83				
BHrm3	1972	19	0,39	CErm3	175	13	0,48				
BTrm3	4	1	0,00	CErm3	211	19	0,66				
<b>Total</b>	<b>6721</b>	<b>284</b>	<b>11,406177</b>	CErm3	103	10	0,68				
<b>Promedio</b>	<b>353,7</b>	<b>15,0</b>	<b>0,6</b>	Carm3	196	19	0,64				
				Carm3	319	22	0,73				
MMrm1	3127	24	0,49	Carm3	874	24	0,77				
MMrm2	702	18	0,59	CCrm3	20	5	0,73				
MMrm3	1060	9	0,39	CCrm3	234	15	0,71				
<b>Total</b>	<b>4889</b>	<b>51</b>	<b>1,4671688</b>	CCrm3	367	19	0,71				
<b>Promedio</b>	<b>1629,6667</b>	<b>17</b>	<b>0,4890563</b>	<b>Total</b>	<b>8924</b>	<b>383</b>	<b>16,938024</b>				
				<b>Promedio</b>	<b>343,231</b>	<b>15</b>	<b>0,6514625</b>				

El eje 2 manifiesta un efecto temporal y espacial al mismo tiempo, La agrupación de familias como Polymitarciidae, Libellulidae e Hydroptilidae caracterizan a lagunas de Bosque Galería (Lagunas Colorada y del Medio) en la época seca, por el contrario Chrysomelidae, Scertidae e Hydrophyilidae caracterizan a las estaciones que se encuentran

en la Sabana (Laguna Belén y el Matiquipiri) durante la época de transición (**Figura 17 y Anexo X**).



**Figura 17** Análisis de Componentes Factoriales (AFC) de las familias

La **Tabla V** nos muestra un resumen de las diferentes muestras de insectos acuáticos que fueron tomadas en cada tipo de vegetación, lagunas y en distintas épocas. Se observa que los muestreos no fueron homogéneos debido a que el desarrollo de las macrofitas esta en función de la época; es así que se tuvo datos diferentes con respecto a los tipos de vegetación pero el esfuerzo de muestreo fue el mismo para cada caso, en tanto la

abundancia y la riqueza esta sujeto a este efecto. Por lo tanto las comparaciones solo se pueden dar en *Eichhornia* para medir efecto época y el tipo de laguna.

**Tabla V** Datos cuantitativos de los insectos asociados a la vegetación en los cuatro sitios de muestreo durante las tres épocas en la llanura de inundación del río Mamoré

Laguna	Belén			Matiquipiri			Colorada			Del Medio		
	Seca	Inundación	Transición	Seca	Inundación	Transición	Seca	Inundación	Transición	Seca	Inundación	Transición
<i>Cyperus</i>							1668	580	604			
<i>Eichhornia</i>		272	619				1824	369	474		404	548
<i>Hymenachne</i>		699	403									
<i>Lemna</i>								20				
<i>Marsilea</i>									1275			
<i>Mixta</i>		1356	500	2708	701	1060						
<i>Paspalum</i>												963
<i>Pistia</i>								275				
<i>Polygonum</i>								60				
<i>Salvinia</i>							1175					
<i>Thalia</i>	49											

Para determinar la abundancia de las comunidades de insectos a nivel de ordenes asociados a la vegetación podemos señalar, utilizando el Análisis de Variancia ANOVA (**Tabla VI**). Para el análisis se trabajo con *Cyperus*, *Eichhornia* y Vegetación Mixta porque tienen datos comparativos. Se observo que no existe diferencias significativas de la abundancia de los insectos en relación a estas variables tipos de vegetación dentro de cada época ( $p = 0.05$ ). Para determinar las variaciones dentro de las lagunas solo se tiene a *Eichhornia* por estar presente en todas las lagunas, donde solo la abundancia de Díptera difiere entre las lagunas.

**Tabla VI** ANOVA en las comparaciones por ordenes

Tests of Between-Subjects Effects

Época

Variable dependiente	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DIPTERA	43,556	2	21,778	3,769	<b>0,087</b>
EPHEMEROPTERA	4,222	2	2,111	0,044	<b>0,957</b>
ODONATA	28,667	2	14,333	1,142	<b>0,38</b>
TRICHOPTERA	44,667	2	22,333	0,617	<b>0,571</b>
COLEOPTERA	16,222	2	8,111	0,948	<b>0,439</b>
HEMIPTERA	176,222	2	88,111	2,259	<b>0,186</b>

Efecto vegetación por época (Cyperus, Eichhornia y Mixta)

DIPTERA	24,889	2	12,444	1,4	<b>0,317</b>
EPHEMEROPTERA	130,889	2	65,444	2,414	<b>0,17</b>
ODONATA	24,667	2	12,333	0,933	<b>0,444</b>
TRICHOPTERA	146	2	73	3,776	<b>0,087</b>
COLEOPTERA	20,222	2	10,111	1,282	<b>0,344</b>
HEMIPTERA	141,556	2	70,778	1,581	<b>0,281</b>

Efecto vegetación (Eichhornia) por Laguna

DIPTERA	1,313	2	0,656	8,97	<b>0,002</b>
EPHEMEROPTERA	2,039	2	1,019	1,267	<b>0,308</b>
ODONATA	2,837	2	1,418	2,802	<b>0,091</b>
TRICHOPTERA	0,579	2	0,289	0,417	<b>0,666</b>
COLEOPTERA	3,286	2	1,643	1,947	<b>0,175</b>
HEMIPTERA	2,516	2	1,258	1,499	<b>0,253</b>

Para identificar la abundancia de familias que pueden ser consideradas estadísticamente significativas se realizó el Test T de student. Los resultados muestran que Díptera no manifiesta variaciones estacionales importantes pero si entre la lagunas Belén y la Del Medio ( $p = 0.00026$ ). Trabajando por familias podemos observar algunas variaciones, en orden decreciente por abundancia; Chironomidae presenta mayor abundancia y en la que se observa también una diferencia significativa entre la Laguna Belén y la Del Medio ( $p =$

0.0004 - **Tabla VII**), Ceratopogonidae con una diferencia significativa entre las épocas ( $p = 0.00015$ ),

Culicidae relativamente significativa entre las estaciones y los que presentan menor abundancia Chaoboridae y Tipulidae.

En orden decreciente según la abundancia tenemos a los Coleópteros siendo Noteridae, Dytiscidae e Hydrophilidae como los más abundantes y Scarabeidae, Staphylinidae y Pasalidae como los que presentan menor abundancia; estadísticamente podemos decir que a nivel de orden no existe diferencia significativa. A nivel de familia Gyrinidae presenta diferencia entre la laguna Belén y Colorada, Chrysomelidae entre laguna Belén y del Medio, Chrysomelidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrochidae y Staphylinidae tienen diferencias significativas entre las épocas.

El orden Hemiptera presentó a Pleidae, Corixidae, Notonectidae con mayor abundancia y de menor abundancia Gerridae, Mesoveliidae y Veliidae. A nivel de orden Hemiptera presenta diferencia significativa entre laguna Belén y Colorada. A nivel de familia Corixidae, Naucoridae y Pleidae presentan diferencias entre lagunas. Naucoridae diferencia en las épocas. Para Ephemeroptera, Baetidae, Caenidae fueron seguidos de Leptophlebiidae y Polymitarcyidae los más abundantes, como orden presenta diferencia significativa entre la época seca y transición.

Para Odonata, las familias con mayor abundancia están dadas para Coenagrionidae y Libellulidae y Aeshnidae con menor abundancia porcentual, se observó una diferencia significativa entre las épocas.

Para el orden Trichoptera tenemos a Hydroptilidae, seguida de Leptoceridae y Polycentropodidae, con una diferencia significativa entre la época de inundación y transición. Finalmente tenemos a Neuroptera y Lepidoptera con menor número de organismos que los anteriores citados, considerándose a estos elementos desde el punto de vista cuantitativo, integrantes casuales, la familia Sisyridae presenta una diferencia significativa para las épocas.

## 6. DISCUSIONES

El fenómeno de producción e intercambio de energía y de nutrientes entre las dos fases acuáticas y terrestres del sistema es una de las principales razones de la gran productividad de las llanuras de inundación. Las relaciones e intercambios se realizan mediante la red trófica, es por eso que para entender el funcionamiento ecológico, se desarrollan investigaciones que tienen como objetivo la descripción de la red trófica (Tierno de Figueroa *et al.* 1996 y Junk *et al.* 1989).

En relación a la vegetación, los trabajos realizados por Orellana *et al.* (2004) y Sanjinés *et al.* (2004), se orientan a una descripción detallada de la estructura de las comunidades identificadas y su distribución ecológica en un gradiente de humedad, además de algunas especies que se desarrollan exclusivamente en época húmeda y seca. Orellana (2004) reconoce ocho comunidades vegetales de acuerdo a sus especies dominantes: *Cyperus giganteus* y *Thalia geniculata* principalmente se desarrollan en las sabanas a lo largo de todo el año. En el bajío *Hymenachne amplexicaulis*, en pastizales *Panicum mertensii*, *Paspalum fasciculatum*, en el palmar *Copenicia alba* y *Tabebuia heptaphylla*, *Marsilea crotophora* presente sobre todo en época de inundación. El presente trabajo consideró esta información como referencia, encontrándose resultados similares solo que en algunos sitios puntuales como la laguna del Medio la vegetación no presenta asociación con otras plantas.

### **Abundancia de insectos asociada a la vegetación**

La zona litoral es una interfase entre la orilla del río, laguna y el agua abierta, en esta zona la flora litoral es la principal sintetizadora de materia orgánica contribuyendo significativamente a la productividad de la laguna y la regulación del metabolismo de todo el sistema dulceacuícola. Algunas especies vegetales colonizan aguas profundas y se enraizaron en los fondos lodosos, otras viven en las orillas mitad dentro y mitad fuera del agua y finalmente otras son flotantes, los dos últimos grupos de plantas son las que se encuentran en el área de estudio. Siendo el albergue de una diversidad mayor de

organismos entre los invertebrados bentónicos que caracterizan se tiene a larvas de Odonata, Ephemeroptera, Dípteros, Coleópteros y Hemípteros Camus *et al.* (2002). En nuestro trabajo de forma general se encontró mayor riqueza y abundancia a Dípteros y Hemípteros.

Los grupos con mayor riqueza tenemos a Coleópteros, Hemípteros y Dípteros y los más abundantes a Dípteros con su representante los Chironomidae, seguido de Coleópteros y Hemípteros, Blanco-Belmonte (1990) obtiene el mismo resultado en relación a la abundancia a los Dípteros además menciona que encontró una diferencia significativa. En orden de importancia le sigue Ephemeroptera pero no se manifestaron diferencias estacionales. Tricoptera, Odonata y Hemiptera estuvieron presentes con menor número de individuos, considerándose a estos elementos, desde el punto de vista cuantitativo, integrantes casuales poco conspicuos en el borde de las praderas de la laguna.

La riqueza y abundancia de insectos acuáticos está influenciada principalmente por el tipo de sustrato que puede ser (piedras, grava, arena limo) y el tipo de vegetación ya que estas proporcionan diferentes hábitats a estos organismos en la que cada especie entomológica está adaptada a vivir en un nicho ecológico particular en la comunidad, como la disponibilidad de alimentos que restringen la especie y su tipo de hábitats (Sweeney 1984). Los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la vegetación nos muestran que no hay una variación fuerte entre un tipo de vegetación y otro en cada sitio de muestreo durante las tres épocas. Factor que probablemente fue responsable de una escasa variabilidad en la distribución de las familias en cada tipo de vegetación.

La vegetación flotante constituye un biotopo con muchos nichos ecológicos en la que casi todos los órdenes de insectos habitan en ella. Este efecto sobre todo se observa en las aguas de várzea donde la densidad poblacional es la más alta (Junk 1972 in Rivero 2000). La composición de la fauna fitofítica de un cuerpo de agua está en función de la composición y distribución de las macrofitas. Goitia (1997) indica que la composición de las comunidades de macro invertebrados asociado a las macrofitas que conforman las lagunas de várzea del río Ichilo son similares a otras lagunas de las cuencas Amazónicas y del

Paraná y que la mayor abundancia de organismos se observa en las lagunas con mayor abundancia vegetal esto de acuerdo al tamaño de la laguna. Los resultados del presente trabajo tienen bastante similaridad ya que se trata de ambientes comparables.

Lino *et al.* 2004, en su estudio macro invertebrados bentónicos de las lagunas del Mamoré diferenciando dos comunidades bentónicas asociados al sustrato y la comunidad asociados a la vegetación bajo un patrón de distribución temporal y espacial. De forma general se encontró el mismo resultado en relación a la abundancia y época. Menor abundancia se observó en época de inundación y mayor abundancia en época seca. De forma separada se trabajo sobre la distribución del orden Díptera con mayor abundancia en lagunas de Sabana y menor abundancia en lagunas próximas al Mamoré, Presentando mayor abundancia en la época seca y de transición, resultados bastante similares al trabajo nuestro. La abundancia de las dos comunidades fue mayor en aquellas que están asociadas a la vegetación y no así en aquellas comunidades asociadas al sustrato.

El trabajo realizado por Paporello (1983) sobre la fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en el Río Correntoso (provincia Santa Fé), en la que presenta las variaciones en sus valores de densidad de la comunidad de insectos, donde destaca por su frecuencia y abundancia las ninfas de Ephemeroptera como *Caenis sp*, *Baetis sp* y *Campsurus sp*. Le siguen en importancia los Dípteros con Chironomidae, los Tricopteros tiene a Polycentropodidae, Coleópteros a Noteridae, Dytiscidae, Hydrophilidae y Curculionidae, nuestros resultados son similares a este trabajo pero dominados por Dípteros y no así Efemerópteros ya que trabajamos en aguas lénticas; también se encontraron ninfas de Odonata y larvas de Lepidoptera y Pirálidos. Se observo en pocas ocasiones *Belostoma elegans*, Stratiomidae, Tipulidae, Simulidae y Tabanidae. Destaca principalmente a Efemeróptero en estos ambientes con mayor corriente lo que demuestra que estos organismos prefieren aguas mas oxigenadas, comparados con nuestros resultados también algunas familias de este grupo caracterizan lagunas con profundidades menores que según Barnes (1976) indica que hay mayor aireación.

Poi de Neiff (1989) en su estudio en las islas del río Paraná comparando abundancia y diversidad específica de los insectos, en periodos de aislamiento de las lagunas (enero y febrero) y la época de inundación (julio a septiembre), en las plantas *Panicum grumosum* y *Polygonum acuninatum*. Para comprobar la significancia de las diferencias observadas, utilizó el análisis estadístico Mann Whitney. La diversidad fue evaluada por el Índice de Shannon y Weaver (1983). Llegando a resultados donde la abundancia durante la época seca o estiaje es mayor y durante la época de inundación menor abundancia. Encontró diferencias significativas ( $p=0,05$ ). En relación a la vegetación la mayor abundancia de insectos en las dos especies de macrofitas se observó durante la época seca con una disminución de la diversidad debido a la escasez o ausencia de macro crustáceos, también a que podrían ser arrastradas por las aguas del río y no así por la dilución del agua señala el autor, al mismo tiempo también concluye que el régimen hidrosedimentológico del Río Paraná condiciona las estructuras de las poblaciones de invertebrados asociados a la vegetación. Nuestro trabajo encuentra un grado de significancia de  $P=0,002$  para Díptera comparada entre lagunas, de la misma forma se observó mayor abundancia en la época seca.

El trabajo realizado por Blanco-Belmonte L. (1990) sobre el estudio de las comunidades de invertebrados asociados a las macrofitas acuáticas de tres lagunas de inundación del río Orinoco Venezuela. Dando como resultado densidades bajas durante la época de aguas altas resultados similares al nuestro tomando en cuenta para el género *Eichhornia* que al igual que en nuestro trabajo es el tipo de vegetación mas importante ya que su distribución fue constante para cada laguna y época. Las densidades de Chinomidae fueron correlacionadas con una serie de variables tomadas para producir un modelo empírico predictivo de sus densidades. Este modelo explican un 43% de la variación de la densidad de la misma forma nuestros resultados muestra a Chironomidae como un grupo importante por su abundancia ya que constituye el 56% de la abundancia total. La estructura de las comunidades en términos de grupos funcionales, fue muy similar en las tres lagunas estudiadas durante el periodo de aguas altas. Resultados similares al nuestro ya que no se observó una diferencia marcada entre una laguna y otra por lo que se puede mencionar que

el factor espacial no influye mucho sobre la composición y distribución de los insectos acuáticos.

El número de especies y abundancia de insectos capturados fueron analizados mediante estadística no paramétrica, usando la prueba de Kruskal-Wallis para comparación entre las cuatro localidades y la prueba de Friedman para comparación entre los tres niveles intermareales. El uso de estas pruebas obedeció tanto al bajo número y falta de normalidad de los datos, para preservar la estructura original evitando transformaciones, como a su potencia que es comparable a la de sus respectivos equivalentes paramétricos y mayor que otras pruebas no paramétricas similares (Siegel & Castellan 1988). Registrando el hábitat o tipo de substrato al que se encontraban asociados, detectando 24 taxas de insectos distribuidos en cuatro órdenes y 18 familias, la diversidad fue mayor en sitios rocosos donde hay mayor abundancia de algas que le sirve como alimento o hábitat. Por otra parte, la simulación aleatoria de la matriz de abundancia mostró que los valores observados (i.e., la distribución de números de especies e individuos entre las cuatro localidades) eran consistente y significativamente menores a los esperados por azar  $P = 0,00001$  Camus *et al.* (2002). Lo que demuestra que la diversidad es variable entre un sitio y otro dando lugar a un efecto espacial. En nuestro trabajo esa variación es marcada sobre la abundancia de los insectos y no así en la riqueza tomando en cuenta la normalidad de los datos. Cuantitativamente la abundancia fue mayor en tres estaciones por Ephemeroptera, en una cuarta estación fue Tricoptera y en todas las estaciones Chironomidae con el 11% como promedio, en cambio para el presente trabajo la dominancia en *Eichhornia* fue por Dípteros (Chironomidae, Culicidae y Ceratopogonidae) seguida en orden de importancia por Ephemeroptera con Baetidae con el 73% de dominancia. Los resultados del presente trabajo también se encuentran dominados por Dípteros para todas las plantas, sitios de muestreo y épocas, para *Eichhornia* específicamente Chironomidae, seguida de Culicidae, Baetidae, Corixidae y Caenidae.

Otro estudio realizado por Volkmer (1984) en raíces de *Eichhornia* tiene como resultado a Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Trichoptera, Coleoptera y Díptera, en la que un análisis estadístico muestra diferencias de ocurrencia a nivel significativo entre

sitios y periodos estacionales en la que también encontramos niveles de significancia en nuestro trabajo a nivel de lagunas.

Un trabajo más específico del estudio de la abundancia y distribución de los Odonatos en diferentes ambientes nos muestra que muchos géneros prefieren aguas lénticas, lóxicas o algunos en ambos. Al respecto Carvalho (1998) en Río de Janeiro determina que 62 géneros identificados en su estudio 27 pertenecen a ambientes lóxicos y 35 a lénticos entre ellos algunos prefieren ambos tipos de agua. A su vez menciona algunas características funcionales y morfológicas relacionadas con la alimentación, por ejemplo Zygoptera en su mayoría son escaladores las mismas que siempre están asociadas a macrofitas presentando una coloración sobre todo en larvas verdosa. Algunos Aeshnidae pueden tener una coloración verde u oscura de acuerdo a la luminosidad del ambiente. En lugares donde encontramos mayor cantidad de materia orgánica tenemos larvas de color oscuras. En nuestro trabajo en los ambientes con mayor cantidad de macrofitas se tiene mayor abundancia de estas familias.

Nogueira de Sa. (1998), menciona en su estudio en el área de varzea en la Amazonía Central sobre la fauna asociada a las macrofitas, (*Paspalum*, *Eichhornia*, *Pistia* y *Salvinia*). La riqueza no presentó una relación significativa con la posición entre los diferentes sitios de muestreo y también entre las macrofitas resultado bastante similar en nuestro estudio.

Ruggiero. 1998, estudio los insectos acuáticos asociada a *Ceratophyllum pteridoides* y *Pontederia sp.* Para ver la relación riqueza volumen utilizó Mann – Whitney y la composición de los invertebrados entre las macrofitas utilizó el índice de Jaccard. La riqueza específica de los invertebrados fue significativamente diferente entre las diferentes partes de la vegetación raíz, tallo y hojas, resultados que no son similares al nuestro por el nivel de taxa diferente.

La relación de las características físico químicas y biológicas esta dada por Montes C. *et al.* (1982) en ambientes lénticos del Bajo Guadalquivir con inundaciones temporales y

mosaicos de pastizales eutróficos, considerando tres ambientes de sustrato diferente en la que también encontraron diferencia significativas.

### **Variación temporal**

Rivero (2000) hace una categorización de las diferentes épocas de muestreo donde menciona que Junio y Mayo son épocas de drenaje, Agosto aislamiento, Noviembre llenado y Febrero categoriza como flujo transversal. En el presente trabajo, tenemos a Noviembre como época seca o aislamiento. El efecto hidrológico para el año 2002 fue irregular: el inicio de inundación tuvo retraso de un mes comparándolo con el año 2001 que presento un tiempo de inundación más prolongado. De tal forma, en nuestro trabajo Noviembre tiene una composición, distribución y abundancia similar a la época seca o de aislamiento como categoriza Rivero. Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son similares al de Rivero ya que las épocas de drenaje (transición – mayo) y aislamiento (seco noviembre) se encontró un mayor número de familias y con mayor abundancia comparado a los periodos de inundación que presento un efecto contrario sobre todo con una menor abundancia.

En nuestro trabajo también se encontró 27 familias comunes para todas las épocas y coincide con las que encontró Rivero (2000), las más importantes por su abundancia tenemos a Dytiscidae. También encontramos similitud en algunas familias que caracterizan a cada época como Lepidoptera y Neuroptera que solo se encontró en noviembre y mayo, Gerridae ausente para la época de inundación.

### **Variación espacial**

En los resultados observamos que las lagunas de sabana (Belén y Matiquipiri) con bajas profundidades presentan una mayor oxigenación y cantidad de plantas que según Blanco-Belmonte (1990) se debe a las velocidades medias mensuales del viento mas altas, destacadas por Junk (1984) quien considera uno de los factores mas importantes que ayudan a la circulación del agua y suspensión de los sedimentos. De la misma forma

ubicamos dos lagunas de bosque galería (Colorada y del Medio) influenciadas por el río Mamoré y el Ibare se observó una diferencia en la composición de los insectos al igual que el trabajo de Blanco – Belmonte (1990) que encuentra mayor correlación en lagunas con bajas profundidades donde las densidades son mayores al igual que nuestro trabajo.

El patrón de distribución de los organismos acuáticos, la interacción de hábitos y las condiciones físico químicas en ambientes lóticos tropicales analizados por Kikuchi 1998, nos permite realizar una comparación de resultados ya que el trabajo fue realizado en periodo seco y lluvioso, a su vez para medir el factor espacial considero dos áreas la primera con bosque galería y la segunda con vegetación marginal sobre todo compuesta de arbustos según el autor lo denominó como área abierta, principalmente para relacionar la composición y distribución de los macro invertebrados en función a la época y no tanto así el efecto espacial ya que no son ambientes similares.

Se encontró mayor número de familias de Ephemeroptera principalmente Baetidae es la familia más diversa y de más amplia distribución en las estaciones de estudio con preferencia en lagunas de sabana que según Vega *et al.* (2000) algunas familias de estos grupos faunísticos prefieren aguas bastante oxigenadas, transparentes y con gran cantidad de materia orgánica y las estaciones en estudio presentan estas características.

## 7. CONCLUSIONES

- La fauna de insectos acuáticos esta constituida por 41 familias que pertenecen a ocho ordenes distribuidos de la siguiente forma: 14 familias pertenecen a Coleóptero, 7 a Díptera, 8 a Hemiptera, 4 a Ephemeroptera, 3 para Odonata, 3 Trichoptera, Neuroptera y Lepidoptera con una sola familia. Porcentualmente, Coleoptera constituye el 32% de las familias, seguida por Hemiptera 19%, Díptera 17%, contrariamente Neuroptera y Lepidoptera solo alcanzan al 3% del total de familias por cada orden.
- Ephemeroptera se encontró con mayor frecuencia en lagunas de sabana (Belén y Matiquipiri) que presentaban mayor estabilidad ambiental y menor profundidad (menor a dos metros).
- Tricoptera presente con mayor riqueza en la Laguna Del Medio probablemente debido a una mayor corriente del agua sobre todo en la época de inundación que tiene una conexión con el río Mamoré y a la elevada conductividad (104.6 MS/mm). Hydroptilidae con mayor abundancia para Matiquipiri y Leptoceridae presente únicamente en Laguna del Medio.
- En relación a las familias Baetidae presente en las 11 especies vegetales por lo tanto probablemente no tiene una predilección por el tipo de vegetación, Chironomidae presente en cada vegetación época y laguna solo ausente en *Thalia geniculata*.
- Cuantitativamente, el orden Díptera es el más abundante (69.7%) pero con menor riqueza (7 familias) comparada a Coleoptera que tiene una abundancia de 11.7% pero tiene una riqueza mayor (14 familias), Neuroptera y Lepidoptera presentan una menor riqueza (1) y abundancia (menor al 5%) del total de individuos colectados.

- La riqueza de los insectos acuáticos asociados a la vegetación no presentó un patrón de distribución marcado, ya que para cada tipo de vegetación, época y área de muestreo se encontraron las mismas familias.
- La abundancia de los insectos acuáticos según el tipo de vegetación se ha caracterizado en dos grupos uno formado por *Thalia*, *Polygonum*, *Lemna*, *Pistia*, *Marsilea*, *Paspalum* y *Salvinia* las que presentaron una menor abundancia de insectos comparada al otro grupo conformado de *Eichhornia*, *Mixta*, *Hymenachne* y *Cyperus* con mayor abundancia, con una probabilidad de  $P = 0.00001$  cuya diferencia es significativa.
- El comportamiento de los insectos es variable en función a la época, en la que se ve un efecto temporal en su abundancia, según el índice de Shanon la riqueza y la abundancia es mayor en época seca (Noviembre 2002), seguida por la de transición y la más baja para la época de inundación; la diversidad no tubo un patrón de distribución definido.
- En el aspecto espacial, según la caracterización del gradiente de ubicación y conexión de las áreas de muestreo al cauce principal (río Mamoré) se observa una abundancia dominante de los insectos principalmente de *Chironomidae* en lagunas de sabana con particular importancia al Matiquipiri, la misma que se caracteriza por tener vegetación mixta, las lagunas de bosque presentaron un efecto contrario con abundancias menores.
- De acuerdo al análisis de variancia no existe significancia entre las épocas y tipo de vegetación con una excepción para el orden Díptera que presenta diferencia significativa ( $p=0.002$ ) entre las lagunas.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, X. & Goitia, E. 1999.** Estructura de la comunidad zoobentica de la Laguna Bufeos (Cochabamba Bolivia) Revista Boliviana de Ecología 6: 55-54.
- Ayala, F. J. 1994.** *La Teoría de la Evolución*. Ed. Temas de Hoy. Madrid. 215 pp.
- Barnes, R. D. 1979.** Zoología de los invertebrados. Tercera ed. Nueva Editorial Interamericana, México: 597-626.
- Barthem R., Guerra H. & Balderrama M. 1994.** Diagnóstico de los Recursos Hidrobiológicos de la Amazonía. Lima Perú: 161p.
- Blanco – Belmonte L. 1990.** Estudio de las comunidades de invertebrados asociado a las macrofitas acuáticas de tres lagunas de inundación de la sección baja del río Orinoco, Venezuela en Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 71 a 107p.
- Bourges R., Hoorelbeke J., Cortés M. & Carrasco L. M. 1992** los regímenes hidrológicos de la Cuenca Amazónica de Bolivia. Actas del Seminario sobre el Programa Hidrológico y Climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia, La Paz 125a 135p.
- Bourrel L. & Pouilly Marc 2004** Hidrología y dinámica fluvial del Río Mamoré 95- 116p in Pouilly M., Beck S., Moraes M. & Ibañez C. 2004 Diversidad Biológica de la llanura de inundación del Río Mamore. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz , Bolivia 383p.
- Delvare G. y Aberlenc H. P. 1989** les insectes d`afrique et d`Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. CIRAD- GERDAT Montpellier France 299p.
- Carvalho A. L. & J. L. Nessimian 1998** Odonata do estado do Rio de Janeiro, Brasil: habitats e hábitos das larvas Ecología de Insectos Acuáticos. Series Oecología Brasiliensis, vol. V PPGE-UFRJ.Rio de Janeiro Brasil 1 - 28 p
- Charrière M., Bourrel L., Gautier E. & Pouilly Marc 2004** División Geomorfológica del Río Mamoré 77 – 94 p. in Pouilly M., Beck S., Moraes M. & Ibañez C. 2004 Diversidad Biológica de la llanura de inundación del Río Mamore. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz , Bolivia 383p.
- Chessel D. & Doledec S. 1996** - Programatèque ADE : analyses multivariées et représentations graphiques de donnés écologiques, v 4.0 Université de Lyon I, France.

**Camus P. A. & Barahona R. 2002** Insectos del intermareal de Concepción, Chile: perspectivas para la investigación ecológica *Revista Chilena de Historia Natural* v. 75 n. 4 Santiago ISSN 0716-078X *versión impresa*.

**Corbin D. Guyot J. L., Calle H. & Quintanilla J. 1988** Datos físico químicos de los medios acuáticos de la zona del Mamoré central región de Trinidad Amazonía boliviana. Public. ORSTOM . La Paz N° 8, 48p.

**Fossati O. 1998** Claves para los invertebrados acuáticos bolivianos. MNHN – ORSTOM France, 71 p.

**Goitia, E. 1997** Fauna Asociada a la vegetación acuática En: “Bases para el manejo de los recursos hidrobiológicos en el departamento de Cochabamba” Informe Técnico Final UMSS – FONAMA.

**Hanagarth W. 1993** Acerca de la geología de las sabanas del Beni en el Noreste de Bolivia Instituto de Ecología, Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia 186p.

**Hamel, C y Vandamme, P. A. 1999.** Acidificación de ríos por contaminación con metales pesados en la zona alto andina Boliviana; indicadores bentónicos. *Revista Boliviana de Ecología* 6: 191-201.

**Jauregui C. A., & M. A. Roche 1987** Recursos Hídricos, Salinidades y Exportaciones salinas de los Rios de la Amazonia boliviana Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH – UMSA) y Institut Français de la Recherche Scientifique pour le Développement en Cooperation (ORSTOM) La Paz 43 p

**Junk, W.J. 1997** the Central Amazon Floodplain Ecology of a Pulsing System Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.

**Junk W.J., Bayley P.B. & Sparks R.E., 1989.** The flood pulse concept in river-floodplains systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106 : 110-127.

**Junk W. J., 1973.** Investigations on the Ecology and Production – Biology of the Floating Meadows (*Paspalo-echinochloetum*) on the Middle Amazon AMAZONIANA Volumen IV (1): 9 – 102 pp.

Junk W.J. - Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white-water rivers in SIOLI H. 1984 - THE AMAZON Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its

basin ed. Dr. W. JUNK PUBLISHERS DORDRECH BOSTON LANCASTER.: p 215 - 267.

**Junk W. 1984** Ecology of the várzea, floodplain of Amazonian white water rivers. The Amazon. Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical river and its Basin Dr. W. Junk Publishers. Boston 763p.

**Junk W. 1980** Areas inundáveis –Um desafio para limnología. Acta Amazónica 10(4): 775-795p

**Kikuchi R. M. & V. S. Uieda 1998** Composição da Comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical sua variação espacial e temporal pp157-173. In Nessimian. J.L. & A.L. Carvalho E. (eds). Ecología de Insectos Acuáticos. Series Oecologia Brasiliensis. Vol. V. PPGE-UFRJ. Río de Janeiro. Brasil.

**Lino F., Fossati O., Apaza R. & Goitia E. 2004** Macroinvertebrados de las lagunas 302 – 319 p in Pouilly M., Beck S., Moraes M. & Ibañez C. 2004 Diversidad Biológica de la llanura de inundación del Río Mamore. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia 383p.

**Lopretto E. y Tell G. 1995** Ecosistemas de aguas continentales metodologías para su estudio Ed. SUR Tomo III La Plata Argentina 1041 – 1325 p.

**Loubens G., Lauzanne L & Bernard Le Guennec 1992** Les milieux aquatiques de la región de Trinidad (Beni, Amazonie bolivienne) *Rev. Hydrobiol. Trop.* 25 (1) 3-21p.

**Luzón-Ortega, J. M., Tierno de Figueroa, J. M. y Sánchez-Ortega, A. 1998.** Faunística y fenología de los plecópteros (Insecta, Plecoptera) de la Sierra de Huétor (Granada, España). Relación con otras áreas del sur de la Península Ibérica y norte de África. *Zoologica baetica*, 9: 91-106.

Maldonado M. E., Goitia E., Acosta F., Cadima M. & D. Castellon 1996 Caracterización limnológica de lagunas en la llanura aluvial del río Ichilo, Cochabamba (Bolivia). *Rev. Bol. de Ecol.* 1(1): 29 – 37p.

**Montes de Oca I. 1997** Geografía y recursos naturales de Bolivia. La Paz Bolivia 613p.

**Montes C. & L. Ramírez Díaz 1982.** Indicadores ecológicos de algunos ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir (SW – España) Odonatos Heteropteros y Coleopteros acuáticos. *Studia Ecológica* 43 – 48 p.

**Navarro, G., Maldonado M. 2002.** Geografía Ecológica de Bolivia – Vegetación y Ambientes Acuáticos. Edit. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. pp 41-49, 502-690.

**Nogueira de Sa. F., Boege K., Silveira M., Baptista S. & Ruggiero P. 1998** Fauna acuática asociada a las macrófitas en área de várzea na Amazonía Central Ecología de Floresta Amazónica 82-83p.

**Orellana M. R., Beck S. & Bourrel L. 2004** Unidades Mayores de vegetación de las sabanas 144 – 166p in Pouilly M., Beck S., Moraes M. & Ibañez C. 2004 Diversidad Biológica de la llanura de inundación del Río Mamore. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz , Bolivia 383p.

**Orellana M. R 2001** Relaciones entre las unidades de vegetación y la dinámica hidrológica de las sabanas en la llanura de inundación del río Mamoré Departamento Beni Bolivia Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Puras y Naturales Carrera de Biología La Paz Bolivia 96p.

**Paporello de Amsler G. 1983.** Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en el Río Correntosos (provincia Santa Fé) Estudio preliminar en la *revista de la asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 14 (2) Santa Fé Argentina 133 - 47.

**Mc Cafferty P.W. 1981** Acuatic Entomology the fishermen's and Ecologists Illustrated Guide to Insects and their relatives JONES AND BARTLETT PUBLIHERS INC. BOSTON 448 p.

**Pouilly M., Beck S., Moraes M. & Ibañez C. 2004** Diversidad Biológica de la llanura de inundación del Río Mamore. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simon I. Patiño, Santa Cruz , Bolivia 383p.

**Pouilly, M. 1999. Ibañez, C., Gutierrez, M. & Yunoki, T. 1999.** Funcionamiento Ecológico de las lagunas de la zona de inundación del río Mamoré (Beni- Bolivia). Rev. Boliviana de Ecología y conservación N° 6. 41-54.

**Poi de Neiff A. & Braguetas de Zozaya I. Y. 1989** Efecto de las crecidas sobre las poblaciones de invertebrados que habitan macrofitas emergentes en islas del Río Paraná. Revista Hidrográfica Tropical 22(1) 13-20p.

- Poi de Neiff A. 1983.** Observaciones comparativas de la meso fauna asociada a Pistia stratiotes L. (Araceae) en algunos ambientes acuáticos permanentes y temporales (chaco argentino) Centro de Ecología Aplicada del Litoral PHYSIS Buenos Aires, Secc. B, 41 (101): 95 – 102 p
- Rivero O, F. C. 2000** Artrópodo fauna asociada a la macrofítica lacustre de la varzea del Río Ichilo (Cochabamba) tesis de grado de Licenciatura UMSS facultad de Ciencias y Tecnología Carrera de Biología Cochabamba Bolivia 101 p.
- Roldán G. 1988** Guía para el estudio de los macro invertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia facultad de Ciencias exactas y Naturales Centro de Investigaciones CIZN Colombia 217p.
- Roche M. A., J. Bourges, E. Salas & C. Díaz 1993** Programa hidrológico y climatológico de la Cuenca Amazónica de Bolivia (PHICAB). Informe Técnico. IRD-CONAPHI-IHH, La Paz Bolivia.
- Roggiero P., Nogueira de Sa. F., Fonseca M., Sawaya R. & Baptista S. 1998** Fauna de insectos acuáticos asociada a aerenquima de Ceratophyllum pteridoides e Pontederia sp. Em uma área de várzea do rio Solimoes, AM. 87 – 88p.
- Sanjinés A. & Beck S. 2004** Vegetación acuática y ribereña de las lagunas 1993 – 233 p
- Santos M.B.L., Rocha L.A., Marques M.M.G.S.M. & Barbosa F.A.R. 1998** Diversidade e abundancia da fauna bentonica de cinco lagoas do Karste doplanalto de lagos Santa Gerais pp 77-89 in Nessimian J. L. & Carvalho A. L. (eds) Ecología de insectos aquaticos. Series Oecologia Brasiliensis vol. V. PPGE – UFRJ. Río de Janeiro Brasil.
- Soszka, G. J. 1975** Ecological relations between invertebrates and sudmerged macrophytes in the lake litoral. Ekol. Pol. 23(3): 393-415p.
- Sweeney, B. W. 1984.** Factors influrencing life-history patterns of aquatic insects. 56-100. En: Resh & Rosenberg (ed). *Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Polatera U. 2000** Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie CNRS ÉDITIONS Paris 588p.
- Tierno de Figueroa, J. M. 2000.** Biología reproductora de algunos grupos de insectos acuáticos. Departamento de Biología animal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad la Granada 18071. Granada. España ARACNET, 6 – Bol. S.E.A., N° 27 121 – 125 p.

**Tierno de Figueroa, J. M., Luzón-Ortega, J. M. y Sánchez-Ortega, A. 2000.** Calling, mating and oviposition in *Isoperla curtata* (Plecoptera, Perlididae). *European Journal of Entomology*: en prensa.

**Tierno de Figueroa, J. M. y Palomino Morales, J. A. 1999.** Biología de los adultos y huevos de *Sialis nigripes* Pictet, 1865 (Megaloptera, Sialidae). *XVII Jornadas de la Asociación española de Entomología. Resúmenes de conferencias y comunicaciones*, 44.

**Tierno de Figueroa, J. M., Pérez, T. y Sánchez-Ortega, A. 1996.** Composición faunística y fenología de los plecópteros (Insecta: Plecoptera) de la Serranía de Ronda. *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 20(3-4): 47-58.

**Trujillo Jiménez, P. 2003** Informe final del proyecto S150 Biodiversidad del río Amacuzac Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas 42p

**Tierno de Figueroa, J. M. y Sánchez-Ortega, A. 1999.** The male drumming call of *Isoperla nevada* Aubert, 1952 (Plecoptera, Perlodidae). *Aquatic Insects*, 21(1): 33-38.

**Vega Melvys J. & Pedro Durant 2000** Fenología de Efemerópteros y su Relación con la Calidad de agua del río Albarregas. Mérida, Venezuela Revista Ecológica Latina Americana vol. 7 N° (3), Art. 3 19 – 27pp.

**Volkmer C., Montes de Moraes B., De Rosa Barbosa R., Mansur & Veitenheimer I. L. 1984** Um estudo do Bentos em raízes de *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, do curso inferior de um rio subtropical Sul – Americano volumen 44 (2) Museo de Ciencias Naturais da Fundação Zoobentónica do rio Grande do Sul. Porto Alegre. RS. Brasil. 125 – 132 p.

Welcomme, R. L. 1979. Fisheries ecology of floodplain. Longman, London. 31p

# ANEXOS

**Anexo I** Especies de la vegetación identificadas en la llanura de inundación del río Mamoré Herbario Nacional de Bolivia UMSA

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Determinada</b>
Amaranthaceae	Alternanthera paronychioides St. -Hil.aff.ssp.amazónica	Borsch T.
Amaranthaceae	Alternanthera philoxeroides (Moq.) Griseb.	Beck S.
Cyperaceae	<b>Cyperus aff. Iria L.</b>	Beck S.
Alismataceae	Echnodorus grandiflorus (Cham. & Schltld.) Micheli	Lehtonen S.
Pontederiaceae	<b>Eichhornia cf. Azurea (Sw.) Kuntze</b>	Beck S.
Pontederiaceae	<b>Eichhornia crassipes</b>	Sanjinés A.
Compositae	Eupatorium candolleanum Hook. & Arn	Beck S.
Boraginaceae	Heliotropium indicum L.	De Michel R.
Umbelliferae	Hydrocotyle ranunculoides L.f.	De Michel R.
Gramineae	<b>Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees</b>	De Michel R.
Gramineae	Hymenachne donacifolia (Ruddi) Chase	Beck S.
Convolvulaceae	Ipomoea carnea Jacq.ssp. Fistolosa (Choisy) D. F. Austin	De Michel R.
Lemnaceae	<b>Lemna sp</b>	Sanjinés A.
Ogagraceae	Ludwigia sedoides (Humb. & Bonpl.) Hara	Beck S.
Gramineae	Luziola sp.	Beck S.
Marsileaceae	<b>Marsilea crotophora</b>	Sanjinés A.
Menyanthaceae	Nymphoides indica (L.) Kuntze	Beck S.
Compositae	Pacourina edulis Aubl.	De Michel R.
poaceae	<b>Paspalum repens</b>	Sanjinés A.
Araceae	<b>Pistia stratiotes L.</b>	De Michel R.
Polygonaceae	<b>Polygonum densiforme</b>	Sanjinés A.
Polygonaceae	Polygonum punctatum Elliott	De Michel R.
Pontederiaceae	Pontederia cordata L.	Lehtonen S.
Pontederiaceae	Pontederia subovata (Seub.) Lowden	Beck S.
Salviniaceae	Salvinia minima Baker	Jimenez I.
Campanulaceae	Sphenoclea zeylanica Gaertn.	De Michel R.
Maranthaceae	<b>Thalia geniculata</b>	Sanjinés A.

**Anexo II** Datos cuantitativos de los insectos acuaticos de forma general tanto para larvas y adultos, red de manc

		Laguna	Belen	Matiquir	Colorada	Colorada	Colorada
		Planta	Thalia	Mixta	Salvinia	Salvinia	Cyperus
		Técnica	Red de r	Red de n	Red de mano	Red de mano	Red de mano
		Epoca	Novieml	Novieml	Noviembre	Noviembre	Noviembre
		Estación	1.1	1.1	1.1	1.2	2.1
Orden	Familia	Estadio	BTrm1	MMrm1	CSrm1	CSrm1	CCrm1
Diptera	Ceratopogonidae	Larva		238	195	31	249
Diptera	Chaoboridae	Larva		5	1		
Diptera	Chironomidae	Larva		1787	598	62	900
Diptera	Culicidae	Larva		228	66	6	41
Diptera	Stratiomyidae	Larva		8			4
Diptera	Tabanidae	Larva		2			8
Diptera	Tipulidae	Larva					
Diptera	Pupas		12	86	41	81	19
Ephemeropter	Beatidae	Ninfa	5	31	36	3	
Ephemeropter	Caenidae	Ninfa			11	10	46
Ephemeropter	Leptophlebiidae	Ninfa			2		
Ephemeropter	Polymitarcyidae	Ninfa			4		4
Odonata	Aeshnidae	Larva		9			
Odonata	Coenagrionidae	Larva		20	11	2	37
Odonata	Libellulidae	Larva	2	78	16		32
Trichoptera	Hydroptilidae	Larva		14	31		4
Trichoptera	Leptoceridae	Larva	1		3		1
Trichoptera	Polycentropodida	Larva					
Coleoptera	Chrysomelidae	Larva		1	1		
Coleoptera	Curculionidae	Larva		1		1	7
Coleoptera	Curculionidae	Adulto	1				
Coleoptera	Dytiscidae	Larva	15	1	5		5
Coleoptera	Dytiscidae	Adulto		21	2	1	3
Coleoptera	Dryopidae	Larva					
Coleoptera	Dryopidae	Adulto					
Coleoptera	Elmidae	Larva					
Coleoptera	Gyrinidae	Larva					
Coleoptera	Hydrophyilidae	Larva	2	38	3		1
Coleoptera	Hydrophyilidae	Adulto		1	6		16
Coleoptera	Hydraenidae	Larva		2			
Coleoptera	Hydrochidae	Larva		1	2		
Coleoptera	Noteridae	Larva		31			3
Coleoptera	Noteridae	Adulto		426		3	22
Coleoptera	Pasalidae	Adulto					
Coleoptera	Staphylinidae	Larva					
Coleoptera	Scertidae	Larva			37	2	4
Coleoptera	Scertidae	Adulto					
Coleoptera	Scarabidae	Larva					1
Coleoptera	Scarabidae	Adulto	2				
Hemiptera	Belostomatidae	Adulto		1	1	7	
Hemiptera	Corixidae	Adulto	3		1		

Hemiptera	Gerridae	Adulto					
Hemiptera	Mesovellidae	Adulto					
Hemiptera	Naucoridae	Adulto	9		1	4	1
Hemiptera	Notonectidae	Adulto		14	1	3	
Hemiptera	Pleidae	Adulto		74			1
Hemiptera	Veliidae	Adulto					
Neuroptera	Sisyridae	Larva		1	2		2
Lepidoptera	Pyralidae	Larva	4		4		
Collembola				1		2	
Oligochaeta			1			3	
Hydracarina				3	23	51	9

o (rm), colecta de raíces (cr), sitios de muestreo y el tipo vegetación : B(laguna Belen), M(Matiquipiri o bajio), C(cok								
Colorada	Colorada	Colorada	Colorada	Colorada	Colorada	Belen	Belen	
Cyperus	Eichhornia	Eichhornia	Salvinia	Cyperus	Eichhornia	Eichhornia	Eichhornia	
Red de mano	Red de mano	RM	Colecta de raíces	Colecta de raíces	Colecta de raíces	Red de mano	Red de mano	
Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Enero	Enero	
2.2	3.1	3.2	1.4	2.4	3.4	1.1	1.2	
CCrm1	CErm1	CErm1	CScr1	CCcr1	CEcr1	BErm2	BErm2	
61	62	24	51	69	23	2	1	
163	784	400	253	83	296	35	39	
	98	70	8	7	29	3		
	1		1	1	1			
9	18	21	9	3	2	3	3	
2	1	4	2			11	6	
3	59	80	22	1	7	2	1	
			6					
18	2	37			2			
	2	1				1		
1	24	1	1		3	6	1	
12	36	66	1	4	19			
	3	20	6	1	7	1		
								2
			3					
			1					
			1					
1	6		2	1	7	6	1	
3	3	1		2				
	3		1	2	2	6	1	
	2				3	3	2	
	2							
			1					
					2	1	1	
12	21			3	27	1	1	
	6		8	8	2		1	
	1					2	1	
						16	15	

	1			1				
	1					2		
	1				1	8		6
		1						
	1							
6	28			3		2		5
3	13	73			6	3		5

Orada)	D(Del Medio)	T(Thalia g.)	M(vegetación mixta)	S(Salvinia)	C(Cyperus)	E(Eichhornia)	H(Hymenachne)	f
Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen
Eichhornia	Eichhornia	Eichhornia	Eichhornia	Hymenachne	Hymenachne	Hymenachne	Hymenachne	Hymenachne
Red de mano	Colecta de raic	Colecta de raic	Colecta de raic	Red de mano	Red de mano	Red de mano	Colecta de raic	
Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero
1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	
BErm2	BEcr2	BEcr2	BEcr2	BHrm2	BHrm2	BHrm2	BHcr2	
				1	4	2	7	
					2		1	
36	36	5		141	141	109	3	
				4	3	3		
				1				
3	3			1	14	29	12	
10	10			1	3	2	2	
2	2	1			1			
2	2							
							1	
3	3				2			
				1				
					1	1		
					3	5		
1	1			33	24	67		
2	2			2	4	3		
					1	5	1	
3	3	4		17	7	4		
5	5			1	3	2		
5	5			14	4	14		
1	1			2	4	3		
					1			
					1			
					7	7	7	
				1				
14	14			3	14	1		

				1		1		
				1				
3	3						4	
1	1	1		6		1		
		1		1	5	8		
		4	8	250	3	9	5	

P(Pistia), p(Polygonum), L(Lemna), A(Paspalum), m(Marsilea), 1(fechas noviembre 2002), 2(enero febrero 2003), 3(mayo)

Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Belen	Colorada
Hymenachne	Hymenachne	Mixta	Mixta	Mixta	Mixta	Mixta	Mixta	Mixta	Pistia
Colecta de raíces	Colecta de raíces	Red de mano	Red de mano	Red de mano	Colecta de raíces	Colecta de raíces	Colecta de raíces	Colecta de raíces	Red de mano
Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Enero	Febrero
2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	4.1	
BHcr2	BHcr2	BMrm2	BMrm2	BMrm2	BMcr2	BMcr2	BMcr2	CPrm2	
				7	8				1
									1
		114	193	153	9				64
			2						42
		25	29	13					11
			1	1					4
		19	30	15					1
				2					
									2
		1	6	4					
		9	5	73					2
		2	14	8					2
		1							
		4	3						
		12	16	18					6
		2	1						
					1				
		4		1					
		8	7	8	1				
		2	1	5					1
			1						
		8	27	24	1				2
		11	6	2					11
				1					

			1					1
		120	208	1				9
				183				
		1						
2		1	16					3
		73	226	63	29	2		



8

25  
9

1

5  
3

2

5  
17

7

Colorada Cyperus Colecta de raíces Febrero	Colorada Cyperus Colecta de raíces Febrero	Colorada Cyperus Colecta de raíces Febrero	Colorada Eichhornia Red de mano Febrero	Colorada Eichhornia Red de mano Febrero	Colorada Eichhornia Red de mano Febrero	Colorada Eichhornia Colecta de raíces Febrero	Colorada Eichhornia Colecta de raíces Febrero
5.4	5.5	5.6	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5
CCcr2	CCcr2	CCcr2	CErm2	CErm2	CErm2	CEcr2	CEcr2
4	3	12	4		5	3	4
56	48	12	38	32	101	15	8
81		3	89	62		1	
1					3	1	
2							
		3					
1					4	1	
1			1	2	2		
3	1		1	3	8	2	
		1					
3							
2			1	1	1		
		2					
		1	1				
			1				
	7		2	1		2	
5	1		1	3			
1				1			
1			1				

2

1  
1

8

2  
2

1

2

Colorada Eichhornia Colecta de raíces Febrero	Colorada Polygonum Red de mano Febrero	Colorada Polygonum Colecta de raíces Febrero	Colorada Lemna Red de mano Febrero	Del Medio Eichhornia Red de mano Febrero	Del Medio Eichhornia Red de mano Febrero	Del Medio Eichhornia Red de mano Febrero	Del Medio Eichhornia Colecta de raíces Febrero
6.6	7.1	7.4	8.1	1.1	1.2	1.3	1.4
CEcr2	Cprm2	Cpcr2	CLrm2	DErm2	DErm2	DErm2	DEcr2
8				2	4	3	3
6	20	23	1	111	159	68	1
	4		1				
						6	
	10		10	7	13		
	1		1				
				2	4		
	2		2	2	1		
				1	2		
1				1	5		1
					2		
		1					
1			3		1		
				1			1
	1						
						1	
						1	
				1			
	1						
	1						1
					2		
	5			5	2		

5  
10

2

2

1

4

4  
1

8

Del Medio Eichhornia Colecta de raíces Febrero	Del Medio Eichhornia Colecta de raíces Febrero	Matiquipiri Mixta Red de mano Abril	Matiquipiri Mixta Colecta de raíces Abril	Del Medio Eichhornia Red de mano Mayo	Del Medio Eichhornia Red de mano Mayo	Del Medio Eichhornia Red de mano Mayo	Del Medio Eichhornia Colecta de raíces Mayo	Del Medio Eichhornia Colecta de raíces Mayo
1.5	1.6	1.1	1.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
DEcr2	DEcr2	MMrm2	MMcr2	DErm3	DErm3	DErm3	DEcr3	DEcr3
		17		2	15			
8	8	370	85	107	108	127		27
		14		7	3			2
			1	8		6		
2		92		20	6	5		4
		2		8	5	10		
				5		6		
						4		1
		7		5	3			
								2
				2	3			
		32			10			2
					3			6
		5						
		1		4		2		
			1			2		
		3				4		
		4						
		1						
		51	1			15		
		3						
		13						
	1	19				35		
				1				
		5				6		
		2						
		59		5	9			

1

1

2

2

3

6

Del Medio Eichhornia Colecta de raíz Mayo	Del Medio Paspalum Red de mano Mayo	Del Medio Paspalum Red de mano Mayo	Del Medio Paspalum Red de mano Mayo	Del Medio Paspalum Colecta de raíz Mayo	Del Medio Paspalum Colecta de raíz Mayo	Del Medio Paspalum Colecta de raíz Mayo	Colorada Eichhornia Red de mano Mayo
1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	1.1
DEcr3	DArm3	DArm3	DArm3	DAcr3	DAcr3	DAcr3	CErm3
5	8	15	10		6	2	7
38	90	130	171	21	29	18	121
	6		182	2		3	21
					2		
	8		18				2
	112		69	2			1
9			8		2		8
2	3		7				
			4				1
			2				
	1		5				3
1	2	2	5				
	4	2	5				1
		6					
5							
				1			
				2			
				2			
				1			
	1		3				
	1		1				
				2			
				2			
							1
	35	59					3

2  
2

1

4

7

15

7

2

Colorada Eichhornia Red de mano Mayo	Colorada Eichhornia Red de mano Mayo	Colorada Eichhornia Colecta de raic Mayo	Colorada Eichhornia Colecta de raic Mayo	Colorada Eichhornia Colecta de raic Mayo	Colorada Marsilea Red de mano Mayo	Colorada Marsilea Red de mano Mayo	Colorada Marsilea Red de mano Mayo
1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3
CErm3	CErm3	CEcr3	CEcr3	CEcr3	Cmrm3	Cmrm3	Cmrm3
7	3	10	14	2	10	27	49
94	48	33	68	12	106	102	149
27	27	6	5	8	4	17	158
						7	2
						2	18
4	3					2	
3					10	2	14
						3	129
1	1				2	2	
1							2
3	5				3	5	2
3	8				4		33
1	4		1		5	4	5
						2	5
						1	
1					4	1	3
				1	1	5	17
3					3	8	12
						1	
6						9	15
8					2	4	8
1						3	5
		5	2	2		6	14
31		1	1	1	20	30	65
9						2	58
						3	
						1	1
1	1				8	9	8
					4		



Colorada Marsilea Colecta de raíces Mayo	Colorada Marsilea Colecta de raíces Mayo	Colorada Marsilea Colecta de raíces Mayo	Colorada Cyperus Red de mano Mayo	Colorada Cyperus Red de mano Mayo	Colorada Cyperus Red de mano Mayo	Colorada Cyperus Colecta de raíces Mayo	Colorada Cyperus Colecta de raíces Mayo
2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Cmcr3	Cmcr3	Cmcr3	CCrm3	CCrm3	CCrm3	CCcr3	CCcr3
30	7			34	12	2	
48	18		8	98	106	35	3
3					3		3
					5		
				2	2		
2				8	7		2
	3						
				2			
1				6			
1				3			
				7			
2					3		
				28	59		
				7	6		
			1	17	16		
				2			
				4	4		
6			1		4		
2			8	13	76		
				7	35		
						1	



Colorada Cyperus Colecta de raíces Mayo	Belen Eichhornia Red de mano Mayo	Belen Eichhornia Red de mano Mayo	Belen Eichhornia Red de mano Mayo	Belen Eichhornia Colecta de raíces Mayo	Belen Eichhornia Colecta de raíces Mayo	Belen Eichhornia Colecta de raíces Mayo	Belen Mixta Red de mano Mayo
3.6	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1
CCcr3	BErm3	BErm3	BErm3	BEcr3	BEcr3	BEcr3	BMrm3
			1	2			10
	26		63	39	10	12	81
	4						
	156		77			6	33
	6		6				
	5		6				2
	69		7				
	2						2
			2				
	8	4	2				
	1	2	1				
		1	7				
	4	4					
		2	2			4	
	4		2				
	1	3	2				
		1					
		1	3				
	1	2					2
2	71	53					4

	2
	2
1	
2	4

4



2	1				7	8
9	2				18	22

5	1	3	2			2
2			7	4		12
						30

Belen Hymenachne Red de mano Mayo	Belen Hymenachne Colecta de raices Mayo	Belen Thalia Colecta de raices Mayo	Matiquipiri Mixta Red de mano Mayo	Matiquipiri Mixta Colecta de raices Mayo
3.4	3.5	3.6	1.1	1.4
BHcr3	BHcr3	BTcr3	MMrm3	MMcr3
		5	118	10
	10	41	818	28
				2
	3			
		2		
				2
		2		
			2	
			7	
			20	
			23	
			52	
			1	

1  
18

3

**Anexo III.** Abundancia y porcentaje de las familias por cuatro ordenes de los insectos en la llanura de inundación de Mamoré (2002-2003)

Orden	Familias	Abundancia	%	Orden	Familias	Abundancia	%
Coleoptera	Noteridae	1282	46.93	Hemiptera	Pleidae	714	49.4
	Dytiscidae	592	21.67		Corixidae	430	29.8
	Hydrophyilidae	442	16.18		Notonectidae	178	12.3
	Scertidae	237	8.67		Belostomatidae	75	5.2
	Curculionidae	59	2.16		Naucoridae	39	2.7
	Hydrochidae	47	1.72		Gerridae	5	0.3
	Chrysomelidae	26	0.95		Mesovellidae	3	0.2
	Dryopidae	17	0.62		Veliidae	1	0.1
	Gyrinidae	10	0.37				
	Elmidae	6	0.22				
	Hydraenidae	6	0.22				
	Scarabidae	4	0.15				
	Staphylinidae	3	0.11				
	Pasalidae	1	0.04				
Diptera	Chironomidae	12995	80.1	Odonata	Coenagrionidae	416	46.9
	Ceratopogonidae	1623	10.0		Libellulidae	407	45.9
	Culicidae	1515	9.3		Aeshnidae	64	7.2
	Tabanidae	45	0.3				
	Stratiomyidae	29	0.2				
	Chaoboridae	12	0.1				
	Tipulidae	1	0.0				
Ephemeroptera	Beatidae	987	56.0	Trichoptera	Hydroptilidae	158	82.3
	Caenidae	567	32.2		Leptoceridae	26	13.5
	Leptophlebiidae	106	6.0		Polycentropodidae	8	4.2
	Polymitarcyidae	101	5.7				

Anexo IV Presencia y ausencia de las familias por cada tipo de vegetación en la llanura de inundación del río Mamoré

	<i>Cyperus</i>	<i>Eichhornia</i>	<i>Hymenachne</i>	<i>Lemna</i>	<i>Marsilea</i>	<i>Mixta</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Pistia</i>	<i>Polygonum</i>	<i>Salvinia</i>	<i>Thalia</i>
Ceratopogonidae	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Chaoboridae	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Chironomidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Culicidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Stratiomyidae	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Tabanidae	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Tipulidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Beatidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Caenidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Leptophlebiidae	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
Polymitarcyidae	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
Aeshnidae	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Coenagrionidae	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Libellulidae	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Hydroptilidae	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Leptoceridae	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Polycentropodidae	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Chrysomelidae	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1
Curculionidae	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Dytiscidae	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
Dryopidae	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Elmidae	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Gyrinidae	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Hydraenidae	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Hydrophilidae	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Hydrochidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Noteridae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasalidae	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
Staphylinidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Scirtidae	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
Scarabidae	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
Belostomatidae	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Corixidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gerridae	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Mesovellidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Naucoridae	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Notonectidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleidae	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sisyridae	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	31	33	26	7	27	30	20	15	10	27	13

**Anexo V** Sumatoria de las familias de insectos en cada planta dividida por el número de muestras

	<i>Cyperus</i>	<i>Eichhornia</i>	<i>Hymenachne</i>	<i>Lemna</i>	<i>Marsilea</i>	<i>Mixta</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Pistia</i>	<i>Polygonum</i>	<i>Salvinia</i>	<i>Thalia</i>
Ceratopogonidae	52	7	5	0	29	45	11	3	0	113	0
Chaoboridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Chironomidae	192	125	436	1	119	407	130	37	20	330	0
Culicidae	12	20	13	1	60	28	63	30	4	36	0
Stratiomyidae	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
Tabanidae	2	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0
Tipulidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pupas	8	4	17	0	1	18	9	6	0	61	6
Beetidae	0	16	14	10	9	32	60	1	10	20	3
Caenidae	6	9	7	1	44	8	3	0	1	11	0
Leptophlebiidae	3	2	1	0	1	1	3	0	0	1	0
Polymitarcyidae	4	2	0	2	1	0	1	1	2	2	0
Aeshnidae	0	1	1	0	3	3	1	0	0	0	0
Coenagrionidae	8	7	2	0	12	15	2	1	0	7	0
Libellulidae	11	7	0	0	5	12	3	2	0	8	1
Hydroptilidae	1	2	0	0	2	5	4	0	0	16	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1
Chrysomelidae	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Curculionidae	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1
Dytiscidae	15	2	48	3	15	8	1	3	0	4	8
Dryopidae	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Elmidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrophyllidae	9	3	13	0	13	17	2	0	0	5	1
Hydraenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochidae	1	0	0	0	3	3	0	0	0	1	0
Noteridae	21	6	27	0	45	70	1	7	2	2	0
Pasalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scirtidae	6	1	7	0	21	1	0	0	0	20	0
Scarabidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Belostomatidae	1	1	2	0	8	1	0	0	0	4	2
Corixidae	0	10	7	0	1	8	31	0	5	1	2
Gerridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesovellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	2	0	1	0	0	0	5	3	5
Notonectidae	6	0	6	2	7	4	1	6	10	2	0
Pleidae	3	2	4	0	12	66	1	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Totales	363	229	618	20	423	758	329	98	60	649	33

**Anexo VI** abundancia total de los organismos en cada tipo de vegetación por época y sitio de muestreo

<b>Vegetación</b>	<i>Cyperus</i>	<i>Eichhornia</i>	<i>Hymenachne</i>	<i>Lemna</i>	<i>Marsilea</i>	<i>Mixta</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Pistia</i>	<i>Polygonum</i>	<i>Salvinia</i>	<i>Tha</i>
<b>Epocas</b>											
Seca	847	932				3123				649	6
Inundación	200	355	1052	20		1176		98	60		
Transición	204	552	1166		423	1229	329				
Totales	1251	1839	2218	20	423	5528	329	98	60	649	6:
<b>Estaciones</b>	<i>Cyperus</i>	<i>Eichhornia</i>	<i>Hymenachne</i>	<i>Lemna</i>	<i>Marsilea</i>	<i>Mixta</i>	<i>Paspalum</i>	<i>Pistia</i>	<i>Polygonum</i>	<i>Salvinia</i>	<i>Tha</i>
Belén		148	601			310					
Colorada	355	333		20	422			92	60	588	
Del Medio		158					320				
Matiquipiri						1599					
Totales	355	639	601	20	422	1909	320	92	60	588	2'

**Anexo VII** Sumatoria de los individuos por cada familia por las tres épocas de muestreo dividida por el número de muestras

Familia	Seca	Inundación	Transición	Totales
Ceratopogonidae	108	6	14	127
Chaoboridae	1	0	0	1
Chironomidae	587	93	180	859
Culicidae	64	14	21	98
Stratiomyidae	2	0	1	2
Tabanidae	1	0	1	3
Pupas	36	7	4	48
Beetidae	10	7	28	45
Caenidae	26	3	9	38
Leptophlebiidae	0	2	2	4
Polymitarcyidae	8	1	0	9
Aeshnidae	2	1	1	4
Coenagrionidae	12	6	7	25
Libellulidae	30	4	2	35
Hydroptilidae	9	1	1	12
Leptoceridae	1	0	0	1
Chrysomelidae	0	0	1	1
Curculionidae	1	1	0	2
Dytiscidae	8	10	11	28
Dryopidae	0	1	0	1
Hydrophilidae	9	6	8	23
Hydraenidae	1	0	0	1
Hydrochidae	0	0	2	2
Noteridae	66	9	19	94
Scertidae	6	1	6	13
Belostomatidae	1	1	2	4
Corixidae	1	6	11	17
Naucoridae	2	0	0	3
Notonectidae	2	3	4	9
Pleidae	10	23	3	36
Veliidae	0	0	0	0
Sisyridae	1	0	0	1
Pyralidae	1	0	0	1
Totales	1004	205	336	

**Anexo VIII** Sumatoria de las familias en cada laguna / por el número de muestras

	Belén	Matiquipiri	Colorada	Del Medio
Ceratopogonidae	3	124	33	7
Chaoboridae	0	0	0	0
Chironomidae	161	992	165	119
Culicidae	4	81	32	22
Stratiomyidae	0	3	1	0
Tabanidae	0	1	1	0
Tipulidae	0	0	0	0
Pupas	10	29	10	5
Beatidae	26	41	4	26
Caenidae	7	1	14	3
Leptophlebiidae	1	0	2	3
Polymitarcyidae	0	0	3	1
Aeshnidae	1	5	1	1
Coenagrionidae	11	7	6	1
Libellulidae	2	26	9	2
Hydroptilidae	0	15	3	3
Leptoceridae	0	0	0	1
Chrysomelidae	1	2	0	0
Curculionidae	1	0	0	0
Dytiscidae	17	9	8	1
Dryopidae	1	1	0	0
Elmidae	0	0	0	0
Gyrinidae	0	0	0	0
Hydrophyilidae	7	40	5	3
Hydraenidae	0	1	0	0
Hydrochidae	0	8	1	0
Noteridae	12	184	15	4
Pasalidae	0	0	0	0
Staphylinidae	0	0	0	0
Scertidae	2	2	6	1
Scarabidae	0	0	0	0
Belostomatidae	1	1	2	0
Corixidae	12	20	1	13
Gerridae	0	0	0	0
Mesovellidae	0	0	0	0
Naucoridae	1	1	1	0
Notonectidae	2	11	4	1
Pleidae	30	25	3	0
Veliidae	0	0	0	0
Sisyridae	0	0	0	0
Pyralidae	0	0	0	0
Totales	315	1628	329	217

Fotos de diferentes sitios de muestreo y especies vegetales más importantes



Foto Carrasco

**Foto 1** Laguna Belén ubicada en la planicie de inundación del Río Mamoré



**Foto 2** zona pantanosa muy cerca del río Matiquipiri dentro la llanura de inundación (época de inundación)



Foto Fossati

**Foto 3** Laguna Colorada ubicada en el bosque galería



**Foto 4** - *Cyperus*, laguna Colorada, época de inundación



Foto Carrasco

***Eichhornia azurea***



***Eichhornia crassipes***

**Foto 5** *Eichhornia* (Tarope) en la laguna Belén durante la época de inundación (febrero 2003).



**Foto 6** *Eichhornia azurea* y *crassipes*



**Foto 7** *Marsilea crotophora* laguna Clorada época de inundación



**Foto 8** *Paspalum fasciculatum* Del Medio



**Foto 9** *Polygonum densiflorum*



**Foto 10** *Pistia stratiotes* y *Salvinia Minima* laguna Colorada (inundación)



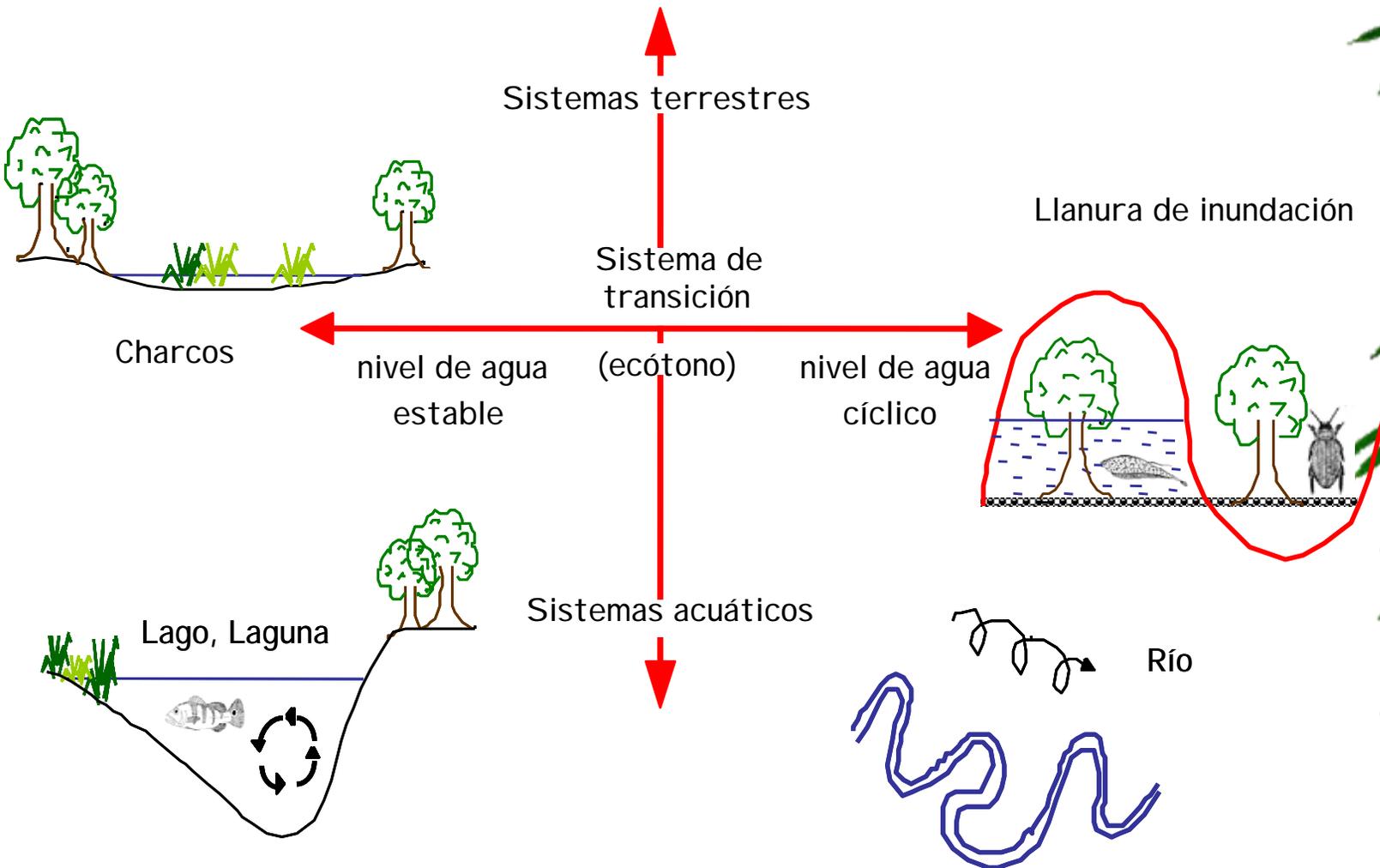
Laboratorio de Limnología  
La Paz - Bolivia

# Composición de las comunidades de insectos acuáticos asociados a la vegetación en la llanura de inundación de Moxos (Beni Bolivia)

Por: Martha Gutiérrez y Dr. François – Marie  
Gibon



# La “Llanura de inundación” un ecosistema de transición

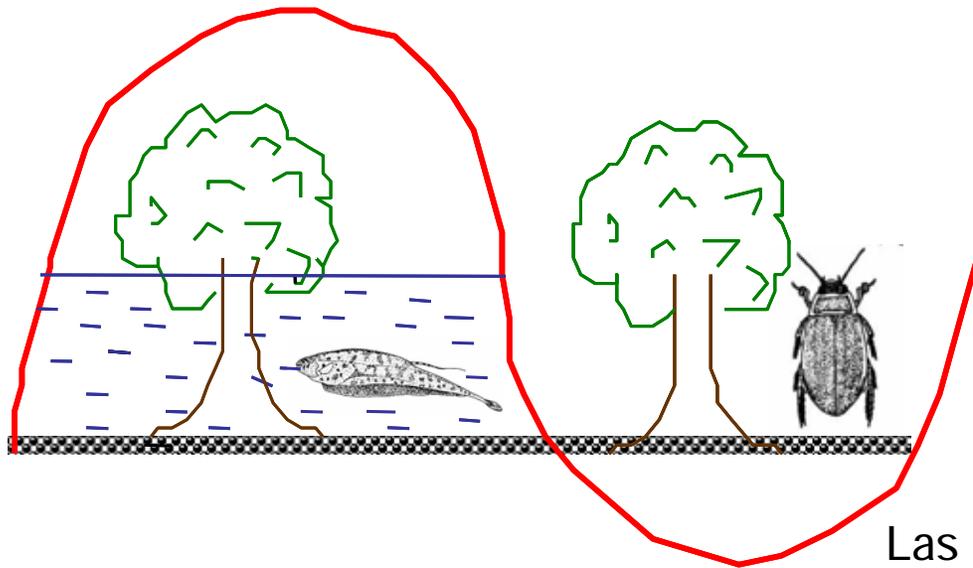


# Funcionamiento ecológico del sistema río- planicie de inundación

Llanura de inundación

Fase acuático - terrestre -  
balance metabólico

Acumulación  
de nutrientes



Alta  
productividad  
de la llanura

Las relaciones e  
intercambios - red trófica



Ecosistema particular

Cambios físico-químicos

Adaptaciones morfológicas,  
anatómicas, fisiológicas

Estructuración de  
las comunidades



# Pulso de inundación del río Mamoré



# Tipos de aguas



*Foto Carrasco*

# Importancia de los insectos acuáticos



## Preguntas

¿Cómo varían la riqueza y la abundancia de los diferentes grupos de insectos acuáticos en función de las especies vegetales?

¿Cómo influye el medio ambiente y el ciclo hidrológico en esta distribución?



# Justificación

Llanura de inundación y transición

Biodiversidad Mayor riqueza y abundancia

Distribución – Cosmopolita

Pocos trabajos

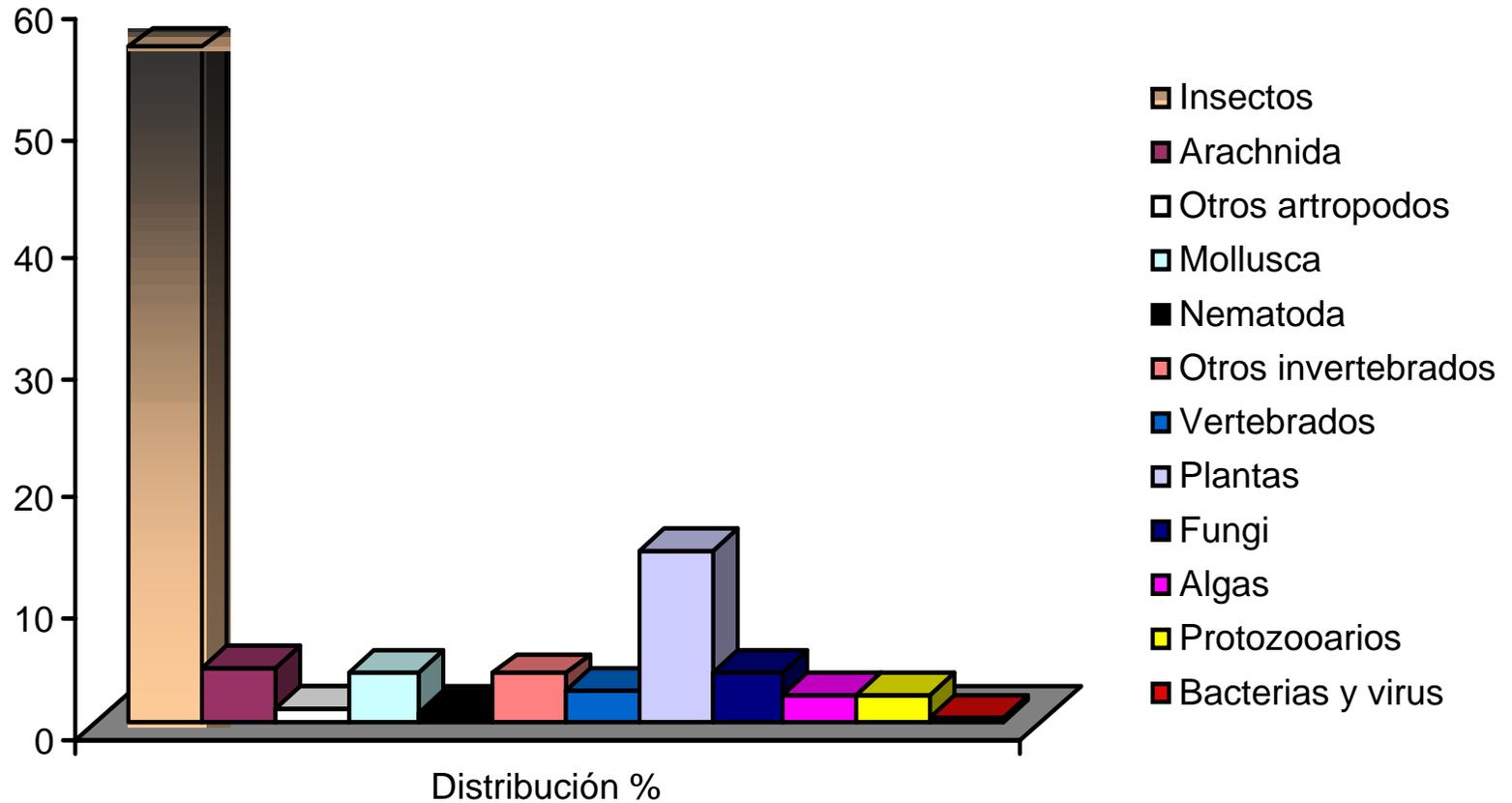
Bioindicación

Mercurio en las macrofitas



# Distribución de la biodiversidad

McGavin, G. 2001



# Macrofitas



# Objetivos

## General

Determinar los factores que explican las variaciones de riqueza y abundancia de las comunidades de insectos acuáticos de la zona litoral asociado a las macrófitas (Efecto espacial y temporal)



# Objetivos

## Específicos

Determinar la riqueza y abundancia de los insectos acuáticos

Determinar el efecto vegetación sobre la comunidad de insectos acuáticos.



# Objetivos

## Específicos

Determinar el efecto laguna sobre la composición de los insectos acuáticos.

Determinar el efecto de la variación temporal (ciclo hidrológico) en la composición de insectos acuáticos.



# Área de Estudio



LAGUNA BELÉN



L. Coitaramo

L. Verdun

R. MAMORÉ

MATIQUIPIRI

L. Okreni

RIO  
MATIQUIPIRI

L. Siquero

L. Cokinoki

LAGUNA  
DEL MEDIO



LAGUNA  
COLORADA

Loma Suarez

A. Mocovi

P.B.

TRINIDAD

A. San Juan

P.G.

CT

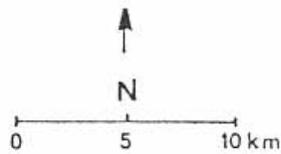
P.V.

L.S.P.

Puerto Almacen

L. Suarez

RIO  
IBARE



Belén



Matiquipiri



Colorada



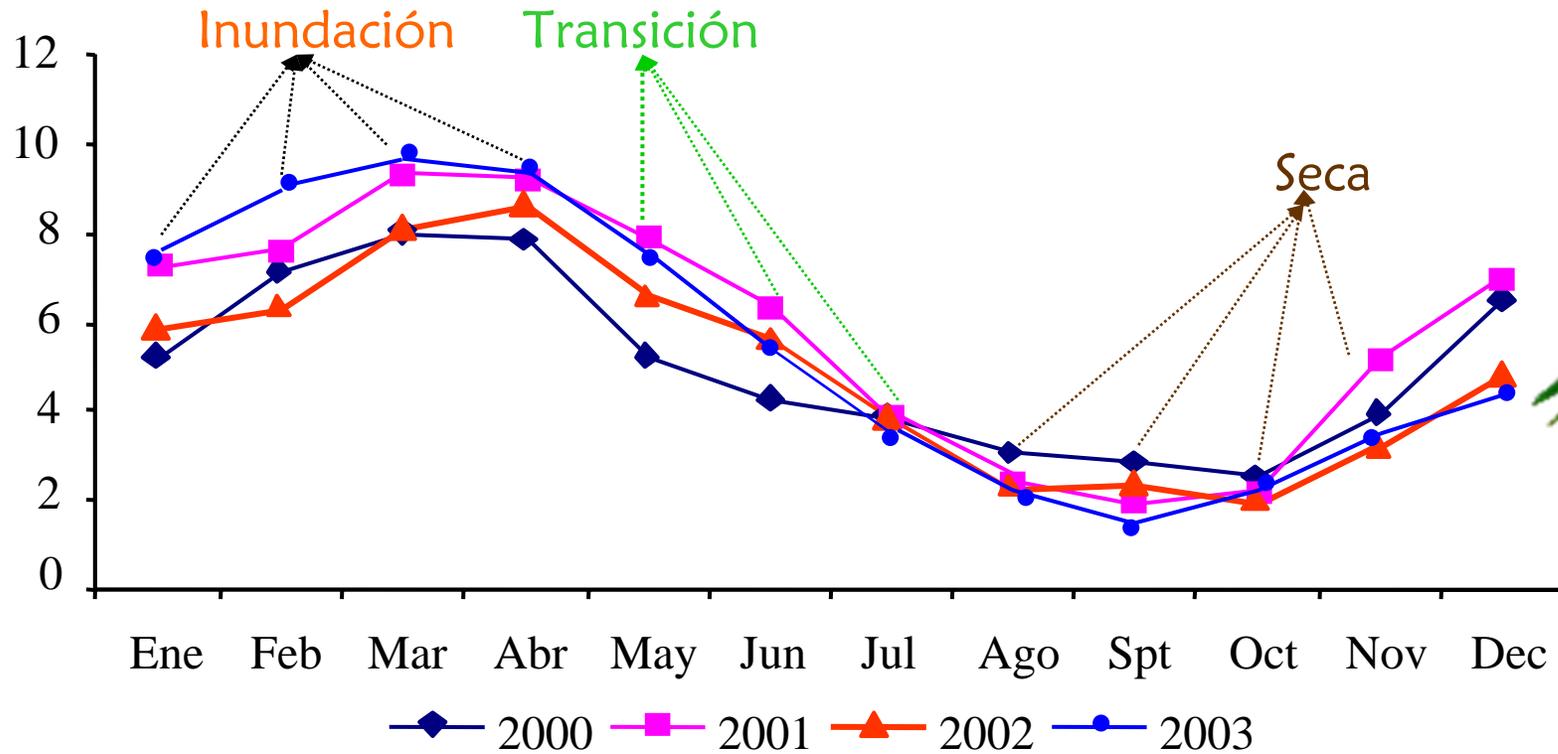
Del Medio



# Metodología

3 Épocas

Nivel de agua (m)



# Metodología

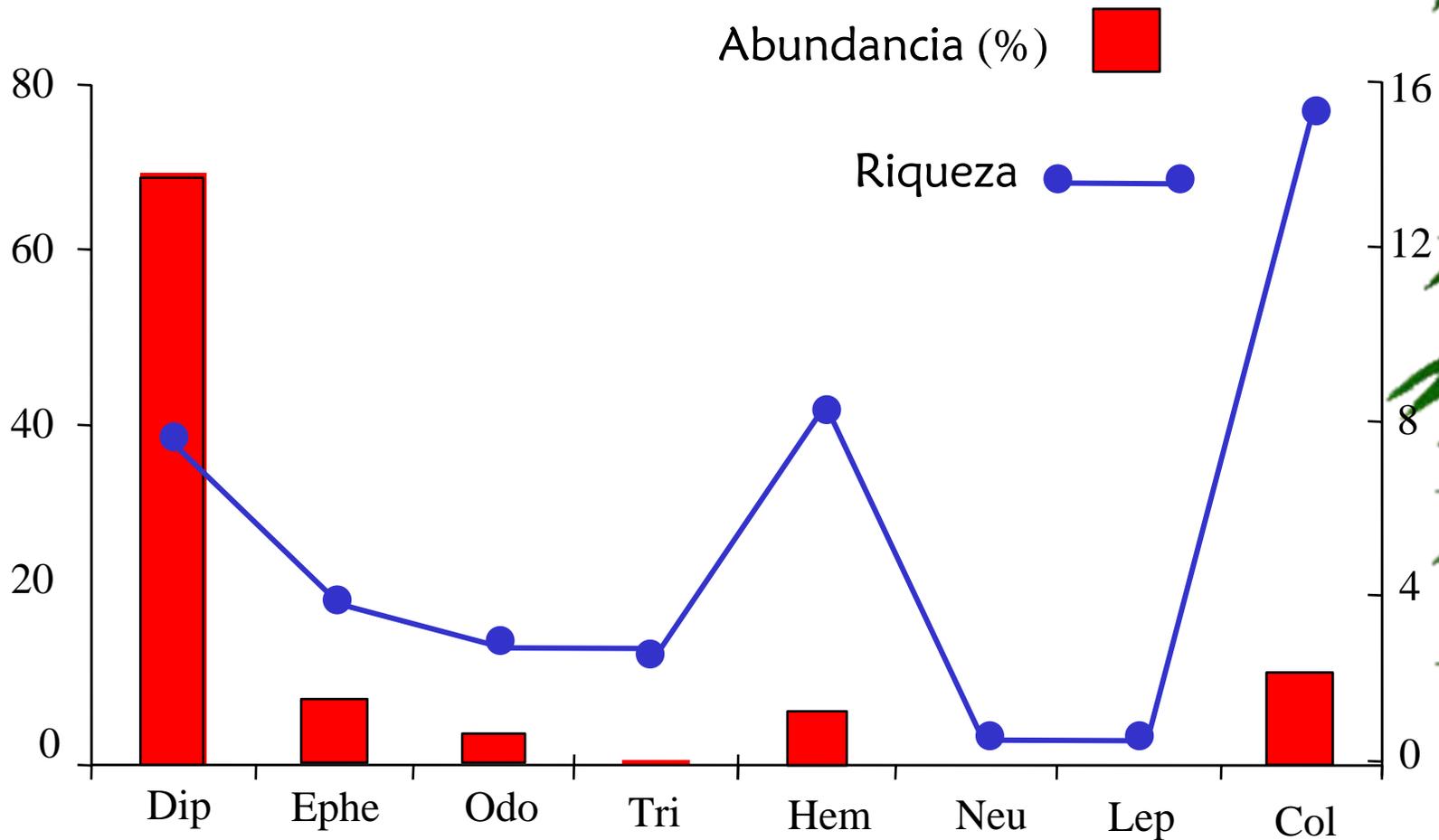
Red de mano



Determinación Plantas → Especie (11 especies de plantas)

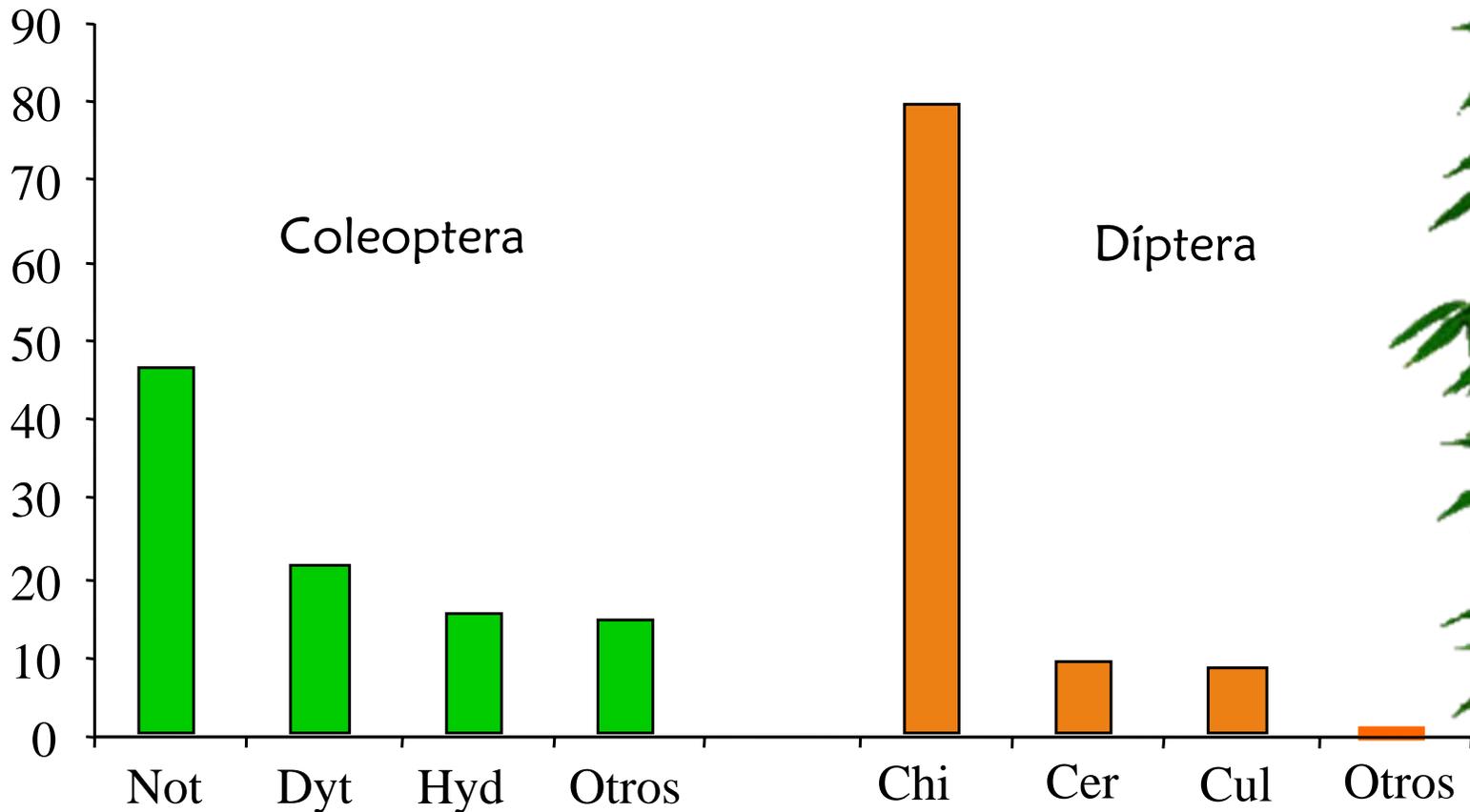
Determinación insectos → Orden → Familia

# Variabilidad en la riqueza y abundancia de la comunidad de insectos



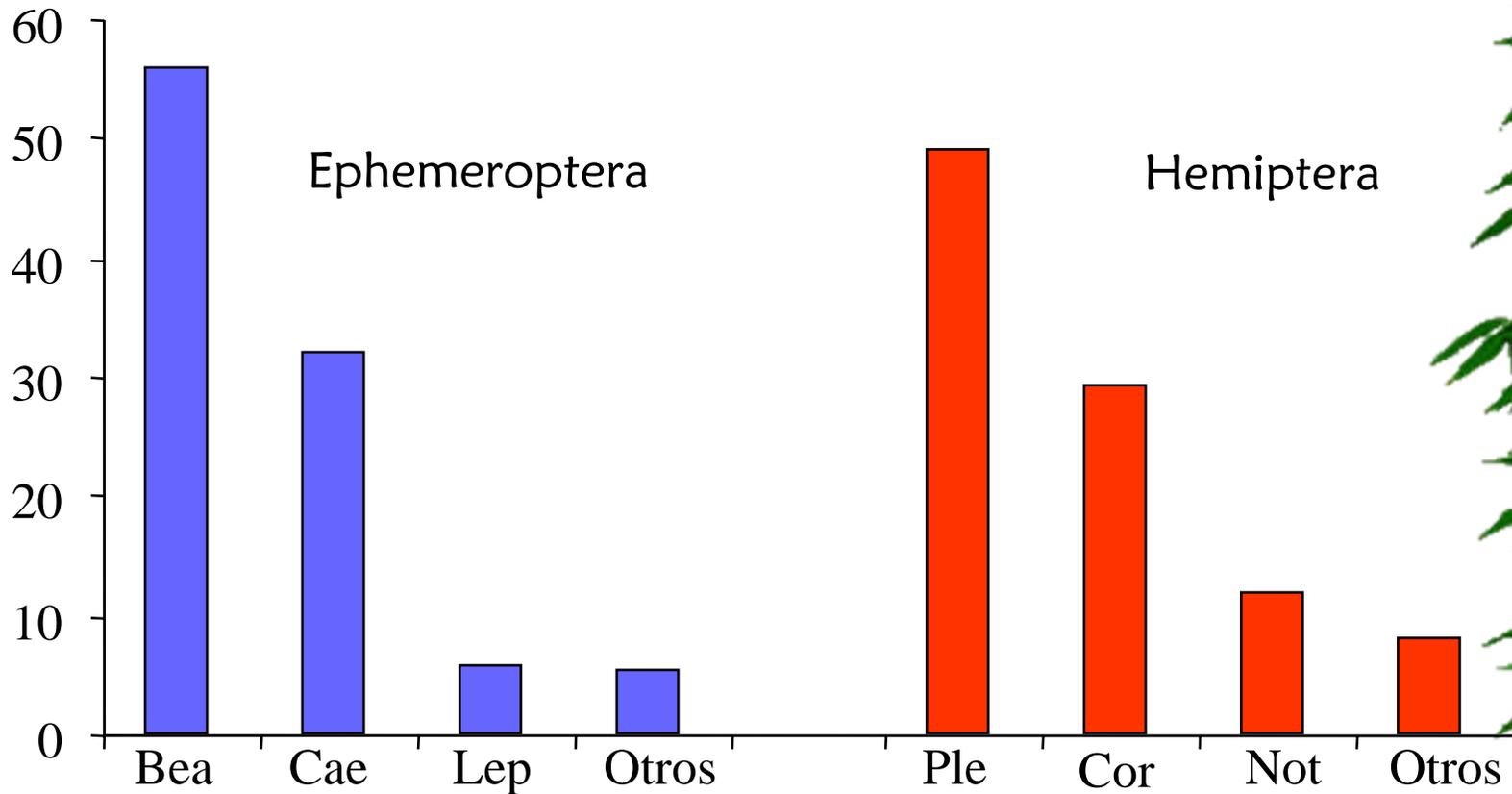
# Variabilidad de abundancia de las familias de insectos

% Abundancia

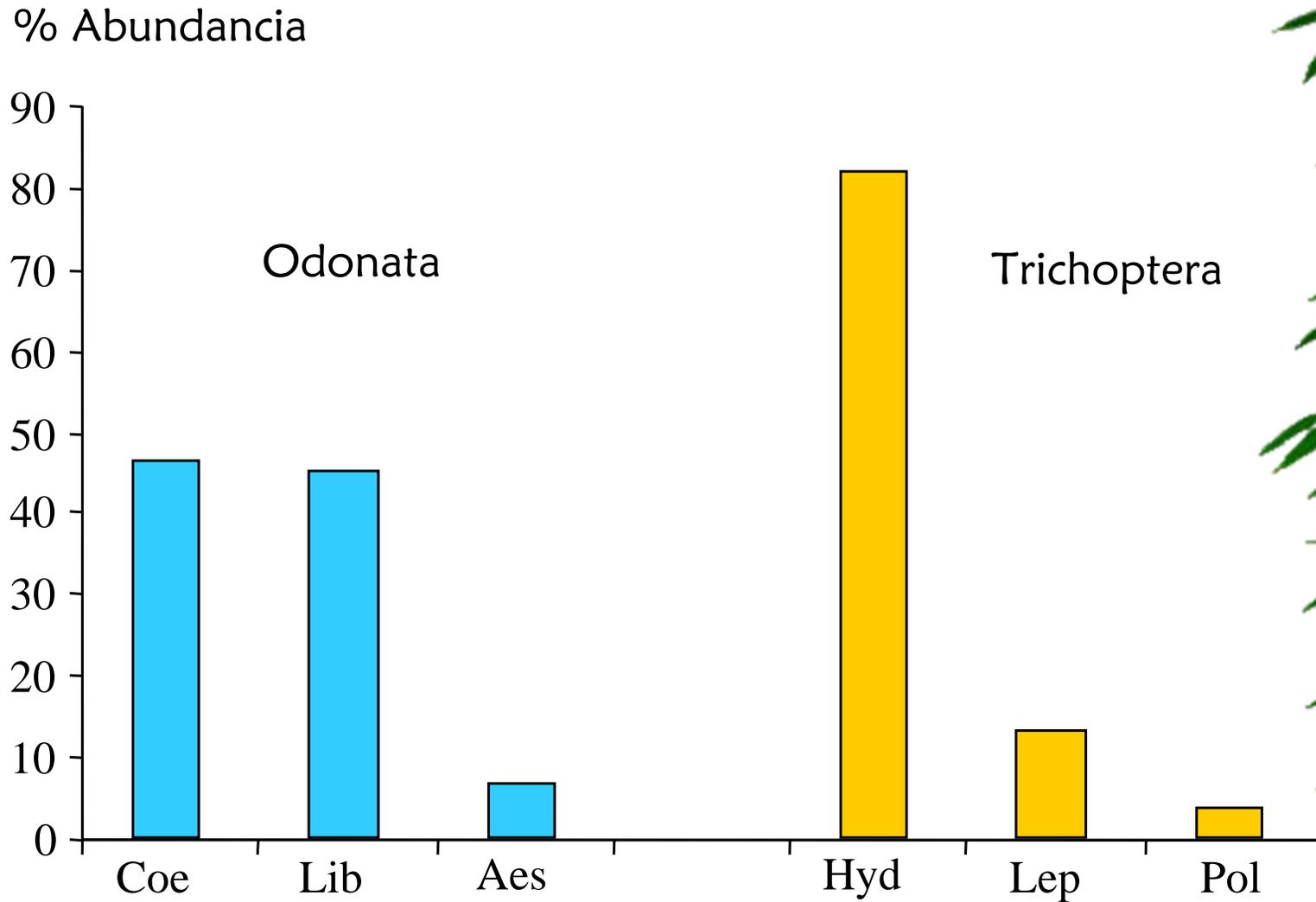


# Variabilidad de abundancia de las familias de insectos

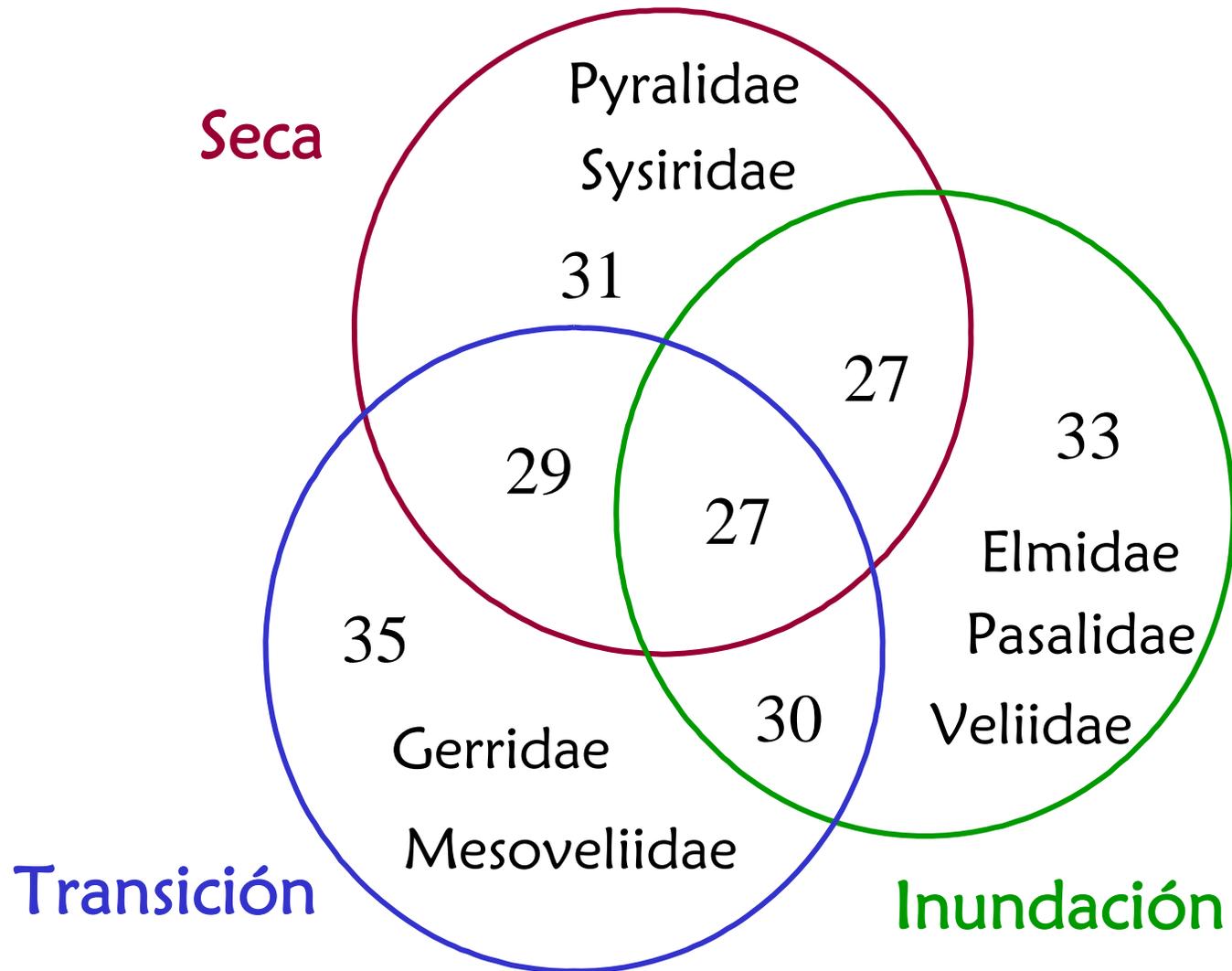
% Abundancia



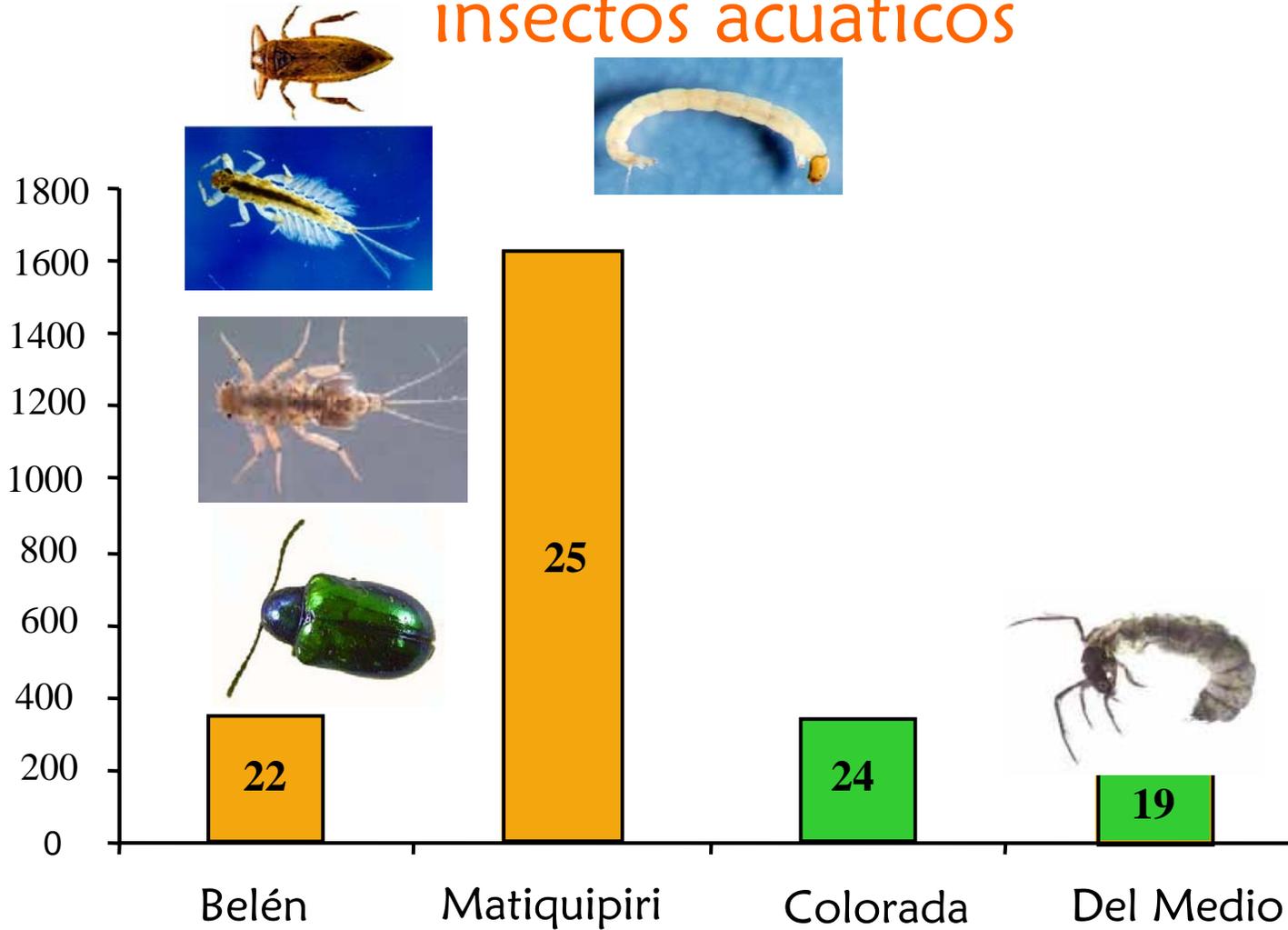
# Abundancia de las familias de insectos



# Variabilidad temporal de la comunidad de insectos



# Variabilidad espacial de la comunidad de insectos acuáticos

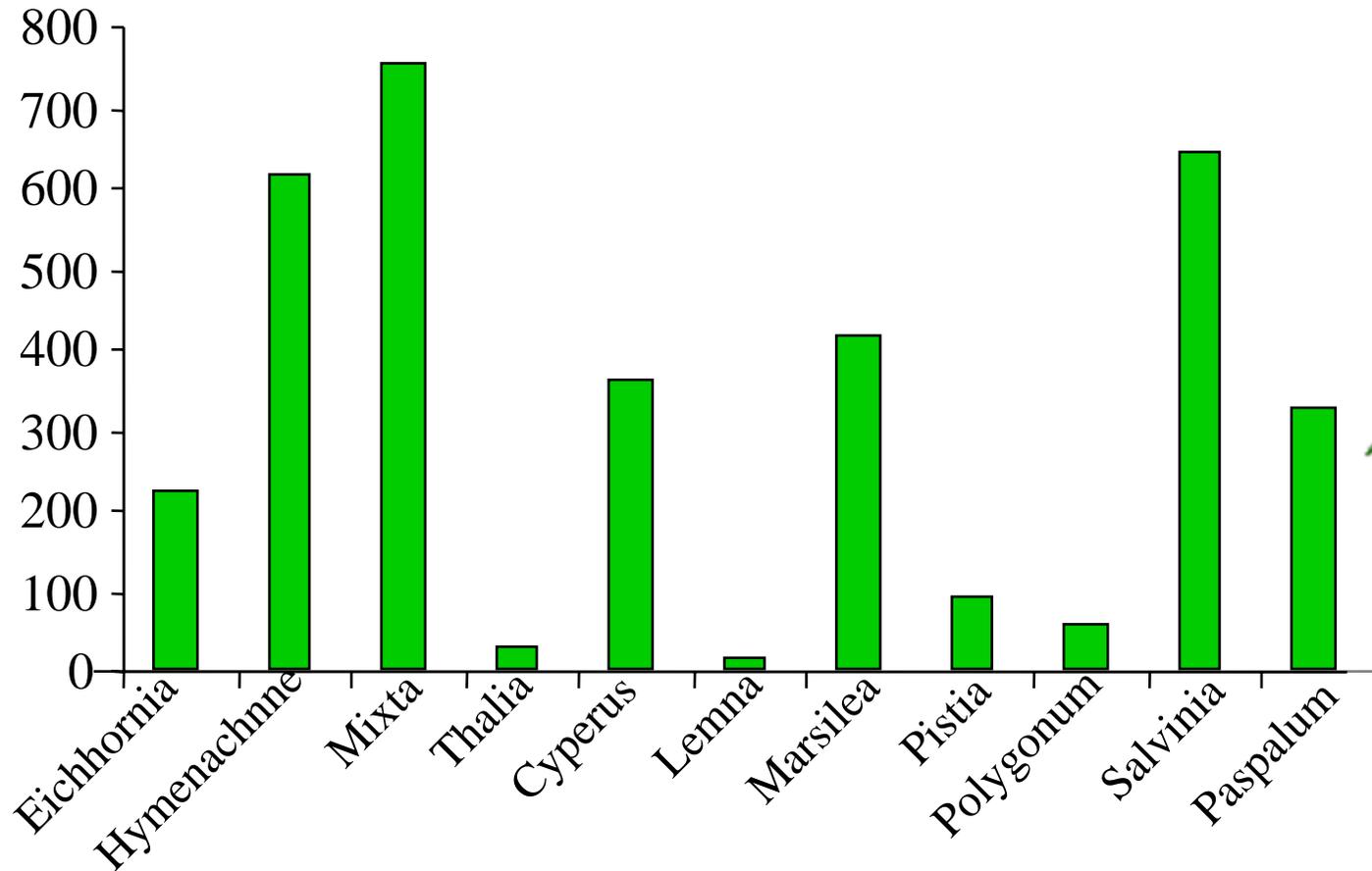


Sabana

Bosque galería



# Abundancia de la comunidad de insectos asociada a la vegetación



# Relación de la comunidad de insectos asociada a la vegetación - Laguna Belén

*Eichhornia*



**Notonectidae**

*Hymenachne*



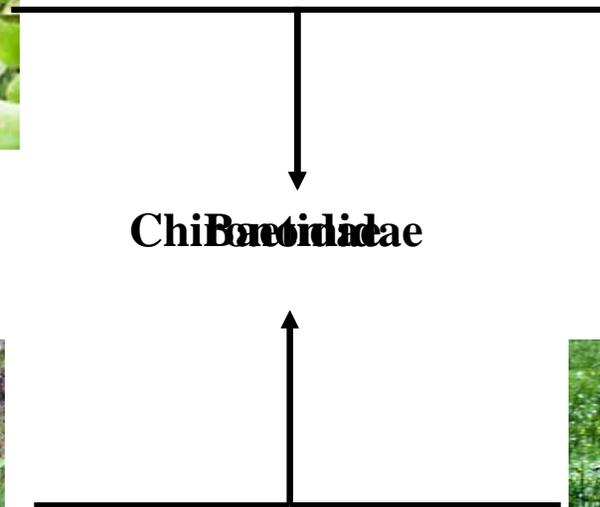
**Mixta**

*Thalia*



**Chironomidae**

**Tipulidae**



# Relación de la comunidad de insectos asociada a la vegetación - Matiquipiri



# Relación de la comunidad de insectos asociada a la vegetación – L. Colorada

*Eichhornia*



*Cyperus*



*Marsilea*



*Salvinia*



# Relación de la comunidad de insectos asociada a la vegetación – L. Del Medio

*Eichhornia*



Leptoceridae



*Paspalum*



Baetidae







# Conclusiones

La fauna de insectos acuáticos esta constituida por 41 familias que pertenecen a 8 ordenes

El orden Díptera presenta el 70 % de abundancia con 7 familias

El orden Coleoptera a diferencia de Díptera presenta 12 % de abundancia y 14 familias



# Conclusiones

Los ordenes Neuroptera y Lepidoptera presentan menos del 0,5 % de abundancia con una familia cada uno

El orden Ephemeroptera se encuentra en mayor riqueza y abundancia en lagunas de Sabana (Belén – Matiquipiri)

El orden Trichoptera se encuentra en mayor riqueza y abundancia la laguna Del Medio



# Conclusiones

La composición de los insectos acuáticos no varia en función al tipo de vegetación

En relación a abundancia vegetación Mixta presenta un mayor número de organismos, seguido por *Eichhornia* y *Cyperus*

*Polygonum*, *Lemna* y *Thalia* es la vegetación que presenta menor numero de organismos



# Conclusiones

Se observa un efecto época en relación a la abundancia presentando mayor número de organismos la época seca respecto a la época de inundación

Se observa un efecto laguna en relación a la abundancia presentando mayor número de organismos las lagunas de sabana respecto a las lagunas de bosque galería





GRACIAS

