

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad  
Subprograma EDC-Biología

**INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC  
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO  
DE LA ECO-REGIÓN LACHUÁ (PIMEL)  
ENERO 2006 – ENERO 2007**

Bárbara Regina Robledo Fong  
Supervisor Lic. Billy Alquijay  
Asesor Claudio Méndez

Vo.Bo. Asesor

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. CUADRO DE RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC</b>	<b>5</b>
<b>3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC</b>	<b>6</b>
<b>3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO</b>	<b>6</b>
1. Diagnóstico de la unidad de práctica: Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá –PIMEL-	<b>6</b>
2. Plan de trabajo, Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-Región Lachuá (PIMEL), Enero 2006 – Enero 2007	<b>6</b>
3. Colaboración en la <i>Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz.</i>	<b>7</b>
4. Colaboración a la edición y entrega del calendario cinegético 2006 para las comunidades de la Eco-región Lachuá.	<b>8</b>
5. Servicio al Herbario BIGU	<b>8</b>
<b>3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA</b>	<b>9</b>
1. Taller de investigación bibliográfica para estudiantes de secundaria de la escuela de Santa Lucía Lachuá.	<b>9</b>
2. Elaboración de propuesta para la realización de actividades científico-culturales con estudiantes de primaria y secundaria de la Eco-región Lachuá.	<b>10</b>
3. Conferencia “Humedales salvavidas para la pobreza”.	<b>10</b>
4. X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación: “Integrando biodiversidad y cultura para la conservación de los recursos naturales como patrimonio Mesoamericano para la Humanidad”.	<b>11</b>
<b>3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS</b>	<b>12</b>
1. Curso “Introducción a la sistemática y biogeografía de Apoidea”	<b>12</b>

	<b>Página</b>
2. Curso “Entomología Tropical (Biología, Ecología e Importancia Económica de los Insectos)”	12
3. Taller informativo sobre el proyecto “ <i>Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz</i> ” dirigido a los pobladores de las comunidades de Tzetoc y Santa Lucía Lachuá.	13
<b>3.4 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN - Diversidad y Distribución de Plecoptera y Trichoptera en el río Tzetoc, Cobán, Alta Verapaz-</b>	<b>14</b>
1. Elaboración del protocolo de investigación	14
2. Trabajo de campo y actividades de laboratorio	15
3. Elaboración del informe final de investigación	15
<b>4. RESUMEN DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>17</b>
<b>Anexo 1.</b> Taller de investigación bibliográfica.	
<b>Anexo 2.</b> Propuestas de actividades científico- culturales.	
<b>Anexo 3.</b> Diploma de asistencia a “Humedales, salvavidas para la pobreza”	
<b>Anexo 4.</b> Diploma de asistencia al X congreso de la SMBC.	
<b>Anexo 5.</b> Diploma de asistencia al curso “Entomología tropical”	
<b>Anexo 6.</b> Informe final de investigación	

## 1. INTRODUCCIÓN

Como parte del programa de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC- Biología y dentro del Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá – PIMEL- realicé diferentes actividades a lo largo de un año. Este documento tiene como objetivo informar como fue invertido el tiempo en las actividades de servicio, docencia e investigación y los resultados y objetivos alcanzados en estas. Mi servicio consistió principalmente en la colaboración con las actividades de campo y laboratorio del proyecto *“Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz”*. Además, contribuí con fotografías para la edición del calendario cinegético 2006, mas no en la entrega como fue planificado debido a complicaciones de logística. Por otra parte, realicé 60 horas de servicio en el herbario BIGU ayudando en diferentes actividades. En las actividades de docencia cumplí con la elaboración de una propuesta de actividades científico-culturales y una guía para un taller de investigación bibliográfica; así también, asistí a la conferencia “Humedales, salvavidas para la pobreza” y al X congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Adicionalmente a estas cuatro actividades se sumaron otras tres no planificadas de docencia, dos cursos recibidos y un taller impartido. En el subprograma de investigación las actividades consistieron en la elaboración de un protocolo, tres salidas de campo, trabajo de laboratorio y la redacción de un informe final.

## 2. CUADRO DE RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
<b>A. Servicio</b>		
Diagnóstico de la unidad de práctica PIMEL	16 de enero al 7 de febrero 2006	5
Plan de trabajo Enero 2006 – Enero 2007	07 al 21 de febrero 2006	2
Colaboración en la <i>Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz.</i>	Enero a junio 2006	278
Colaboración a la edición y entrega del calendario cinegético 2006 para las comunidades de la Eco-región Lachuá.	Febrero 2006	3
Servicio al Herbario BIGU	Abril a junio 2006	60
<b>B. Docencia</b>		
Taller de investigación bibliográfica para estudiantes de secundaria de la escuela de Santa Lucía Lachuá.	Mayo a agosto 2006	15
Elaboración de propuesta para la realización de actividades científico-culturales con estudiantes de primaria y secundaria de la Eco-región Lachuá.	Junio a noviembre 2006	40
Conferencia “Humedales salvavidas para la pobreza”.	15 y 16 de febrero 2006	6
X Congreso de la SMBC	Octubre al 5 de noviembre de 2006	40
Curso “Introducción a la sistemática y biogeografía de Apoidea”	6 de julio	8
Curso “Entomología Tropical (Biología, Ecología e Importancia Económica de los Insectos)”	12-15 de julio	32
Taller informativo sobre el proyecto “ <i>Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz</i> ” dirigido a los pobladores de las comunidades de Tzetoc y Santa Lucía Lachuá.	4 de junio	8
<b>C. Investigación</b>		
Elaboración del protocolo de investigación	17 de marzo al 18 de abril	33
Trabajo de campo y actividades de laboratorio	Junio a octubre 2006	240
Elaboración del informe final de investigación	Noviembre 2006	55

### **3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC**

#### **3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO**

##### **No.1**

Diagnóstico de la unidad de práctica: Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá –PIMEL-

##### **Objetivos**

1. Familiarizar al estudiante con los objetivos del programa EDC Biología.
2. Caracterizar la unidad de práctica y evidenciar las condiciones para que el estudiante realice la práctica.
3. Plantear posibles actividades de servicio, docencia e investigación dentro de la unidad de práctica.

##### **Descripción**

El diagnóstico de la unidad de práctica consiste en la descripción del programa EDC biología y la función que el estudiante debe llevar a cabo. Así también, contiene una descripción de la unidad de práctica elegida y de los objetivos y prioridades de esta. Además, se plantean posibles actividades a realizar en servicio y docencia para evaluar su viabilidad con los tutores de EDC en la sociabilización de la práctica.

##### **Resultados**

Se elaboró el documento de diagnóstico del Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá, que fue presentado oralmente en una sesión de sociabilización de la práctica de EDC. En esta sociabilización surgieron sugerencias que fueron utilizadas para escoger las actividades a programar en el plan de trabajo.

##### **No.2**

Plan de trabajo, Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-Región Lachuá (PIMEL), Enero 2006 – Enero 2007

##### **Objetivos**

1. Describir y programar las actividades de Servicio, Docencia e Investigación.

##### **Descripción**

El plan de trabajo consiste en la descripción de la programa EDC y de la unidad de práctica; y finalmente enumera las actividades a realizar, sus objetivos, descripción y calendarización.

## **Resultados**

Se elaboró un documento con la descripción y calendarización de las actividades que se escogieron del diagnóstico de la unidad de práctica.

### **No.3**

Colaboración en la *Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz.*

### **Objetivos**

1. Participar en la ejecución del muestreo de macroinvertebrados acuáticos para el estudio del método alternativo para medir calidad del agua.
2. Ayudar en el procesamiento de las muestras colectadas mensualmente.

### **Descripción**

Como parte del estudio se realizaba una salida mensual al PNLL para la revisión y recolocación de trampas, la realización de otros métodos de colecta de macroinvertebrados y la toma de condiciones fisicoquímicas como tipo de sustrato temperatura, pH, y conductividad eléctrica; para cada uno de los puntos de muestreo del río Peyán, Tzetoc y Lachuá. Cada salida de campo tenía una duración de 4 días.

Las muestras obtenidas en la colecta mensual eran traídas a los laboratorios del edificio T-10 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se procesaban para obtener solo los macroinvertebrados. A continuación los especímenes obtenidos eran determinados taxonómicamente con la ayuda de diferentes claves. Estas dos actividades se llevan a cabo trabajando los días lunes, miércoles y viernes de cada semana.

### **Resultados**

Como parte de las salidas de campo mensuales del proyecto participé en los viajes mensuales de cuatro días a la comunidad Santa Lucía Lachuá y al PNLL, en los meses de marzo, abril y mayo. En estos viajes se realizó la colecta de las muestras de colonización en las trampas y la recolocación de las mismas; y la toma de muestras con red en D. A la vez se tomó la temperatura, pH y conductividad eléctrica del agua en cada uno de los puntos de muestreo.

Tomé parte en la limpieza de las muestras obtenidas en las colectas mensuales de diciembre a junio, lo cual consistió en la búsqueda y separación de los macroinvertebrados dentro de hojarasca y lodo. Así también, ayude a determinar los especímenes de los meses de diciembre a abril utilizando claves taxonómicas.

#### **No. 4**

Colaboración a la edición y entrega del calendario cinegético 2006 para las comunidades de la Eco-región Lachuá.

#### **Objetivos**

1. Ayudar en la búsqueda de fotografías para incluir en el calendario cinegético 2006.
2. Apoyar en la entrega del calendario a los pobladores de las comunidades de la Eco-región Lachuá para recordarles las épocas en que no se debe cazar.

#### **Descripción**

Para la edición del calendario cinegético 2006 se me solicitó una búsqueda de fotos de cabro de monte (*Mazama americana*) y de cojolito (*Penelope purpurescens*) para incluir en el calendario cinegético que se prepara como documento de divulgación. Después de la impresión de los calendarios se procedería a la distribución de estos entre los pobladores de las comunidades de la Eco-región Lachuá.

#### **Resultados**

Se llevó a cabo la búsqueda de fotografías de cabro de monte y de cojolito en internet. Como resultado se obtuvieron 6 imágenes, las cuales fueron evaluadas para considerar su inclusión o no en el calendario cinegético. La entrega de los calendarios a la gente de la comunidad de Santa Lucía, Lachuá no la pude llevar a cabo debido a errores de logística y calendarización.

#### **Dificultades y limitaciones**

La impresión del calendario cinegético se esperaba estuviera lista para el mes de marzo. No obstante para mi salida al campo a principios del mes de abril aun no se tenían los ejemplares. En el mes de mayo me fue imposible realizar el viaje a la comunidad por cuestiones de tiempo y dinero, por lo que mi apoyo en la entrega de los calendarios ya no fue posible.

#### **No.5**

Servicio al Herbario BIGU

#### **Objetivos**

1. Apoyar con 60 horas de servicio en las actividades diarias necesarias en el Herbario BIGU.

#### **Descripción**

El servicio al Herbario BIGU consiste en ayudar con diferentes actividades propias de un herbario, tales como montaje y cosido de plantas, inventariado de nuevos ejemplares, intercalado en los armarios indicados y elaboración de paquetes de intercambio.



## **Resultados**

Se alcanzaron las 60 horas de servicio en el herbario distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 34% en montaje de plantas, 60% en cosido de plantas, 4% en intercalado de ejemplares, 1% en formar paquetes de intercambio, y 1% en inventariar nuevas plantas.

### **3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA**

#### **No. 1.**

Taller de investigación bibliográfica para estudiantes de secundaria de la escuela de Santa Lucía Lachuá.

#### **Objetivos**

1. Ayudar en la educación formal de la comunidad a través de la utilización de la biblioteca.
2. Promover la consulta de la Biblioteca de la Estación Biológica por parte de los estudiantes de primaria y secundaria de la comunidad.
3. Ampliar los conocimientos de los temas que reciben los estudiantes en el aula mediante la investigación bibliográfica.

#### **Descripción**

La elaboración de un documento con tareas de investigación para los estudiantes basándose en los contenidos de las materias de cada nivel y su programación en el año, así como en función del material de referencia con que cuenta la biblioteca de la estación biológica y a la presencia de estudiantes de Biología o Investigadores que puedan atender a los estudiantes.

#### **Resultados**

En una primera visita a la comunidad Santa Lucía Lachuá se logró establecer contacto con la directora de la escuela primaria y secundaria con la que se sostuvo una conversación para expresarle el interés e importancia de realizar una actividad de investigación bibliográfica por parte de los estudiantes de quinto y sexto primaria, y de secundaria. Ella me facilitó información sobre la planificación de los contenidos que se les imparte a los estudiantes y cuáles temas le resultaban de interés para profundizar. De acuerdo a lo anterior y a la disponibilidad de material en la biblioteca de la estación del PIMEL en el lugar, formulé la propuesta de temas con una guía y sugerencia de bibliografía para los grados de 5° y 6° primaria, 1°, 2° y 3° Básico. El documento lo entregué a la directora de la escuela, con la cual se acordó no entregarla a los estudiantes si no hasta el ciclo escolar 2007 debido a falta de personal del PIMEL en la estación para atender a los estudiantes.

## **No. 2.**

Elaboración de propuesta para la realización de actividades científico-culturales con estudiantes de primaria y secundaria de la Eco-región Lachuá.

### **Objetivos**

1. Proponer actividades científico-culturales relacionadas con los recursos naturales del lugar.

### **Descripción**

La actividad consiste en la construcción de una propuesta con actividades científico-culturales donde los estudiantes de la comunidad Santa Lucía, Lachuá tengan un papel participativo. Estas actividades tendrán como objetivo educar y mejorar el conocimiento en cuestiones ambientales de los estudiantes para crear en ellos una actitud activa en el cuidado de los recursos naturales con que cuenta su hogar, y contribuir de esta forma con el futuro del PNLL y sus alrededores.

### **Resultados**

Se elaboró un documento con dos posibles actividades que podrían realizarse en un futuro. Esta propuesta consiste en una actividad que tiene como tema principal la biodiversidad del lugar y las redes tróficas. La segunda actividad esta relacionada con el recurso hídrico. Las dos actividades buscan la participación activa de los estudiantes en el cuidado de los recursos naturales del lugar.

## **No.3**

Conferencia “Humedales salvavidas para la pobreza”.

### **Objetivos**

1. Conmemorar el día internacional de los Humedales.
2. Reconocer la importancia de los humedales en nuestro país y en el mundo.
3. Conocer la problemática actual que enfrentan dichos ecosistemas en nuestro país y lo que se esta llevando a cabo en estos lugares.

### **Descripción**

La conferencia en conmemoración del día internacional se llevó a cabo en dos días consecutivos y consistió en charlas dadas por diferentes expositores vinculados al tema que hablaron sobre la importancia de los humedales, las políticas, la problemática que enfrentan y acerca de los trabajos de investigación, monitoreo y conservación que se están llevando a cabo en los humedales de nuestro país.

## **Resultados**

Asistí a las actividades con motivo del día internacional de los humedales los días 15 y 16 de febrero, de 9 a.m. 12 p.m. consistentes en 7 exposiciones y un video sobre humedales. Las exposiciones se enfocaron en la importancia de los humedales y la problemática actual de estos en el país. Se trataron las leyes nacionales que hablan sobre el tema y los tratados internacionales al respecto. Así también se dieron a conocer proyectos e iniciativas que se están llevando a cabo en lo concerniente a este tipo de ecosistema.

Fue una actividad informativa para estar al tanto de la actualidad de los humedales en nuestro país, en términos de sus amenazas, las políticas y los esfuerzos que se llevan a cabo hoy en día para su conservación.

## **No.4**

X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación: “Integrando biodiversidad y cultura para la conservación de los recursos naturales como patrimonio Mesoamericano para la Humanidad”.

## **Objetivos**

1. Ampliar la visión de los avances en el conocimiento científico de la biodiversidad y su manejo integral.
2. Reconocer la importancia de integrar conocimientos científicos y empíricos de todos los sectores involucrados en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales en la región Mesoamericana

## **Descripción**

El congreso con una duración de una semana reúne investigadores profesionales y estudiantes para discutir a través de talleres, simposios, conferencias magistrales, cursos, ponencias y carteles, los avances realizados en los últimos años alrededor del tema de conservación y biología en el área mesoamericana, así como el papel tan importante que juegan las comunidades en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales.

## **Resultados**

A través del congreso puede conocer los esfuerzos actuales en materia de conservación y biología que se han dado en la región mesoamericana durante los últimos años y reconocer el trabajo de profesionales que están fabricando conocimiento y de las comunidades que han tenido un papel clave en el manejo de áreas protegidas.

También fue una oportunidad para conciliar el conocimiento científico y empírico y admitir la necesidad de involucrar y trabajar conjuntamente con las comunidades para el manejo de los recursos naturales.

### **3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS**

#### **No.1**

Curso “Introducción a la sistemática y biogeografía de Apoidea”

#### **Objetivos**

1. Conocer la filogenia y sistemática del orden Apoidea.
2. Aprender acerca de la ecología de Apoidea y las aplicaciones comerciales que puede tener.
3. Tratar los principios de Biogeografía enfocado a Apoidea.

#### **Descripción**

El curso de una duración de 16 horas fue impartido por el Dr. Ricardo Ayala del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ocho horas fueron de charla magistral y las restantes ocho horas fueron prácticas para conocer la morfología general de Apoidea, y aprender a determinar familias y géneros de importancia económica.

#### **Resultados**

Recibí las ocho horas del programa magistral del curso el día jueves 6 de julio. Los temas impartidos fueron: Generalidades de filogenia, sistemática y sus aplicaciones; Filogenia y sistemática de Apoidea; Ecología de Apoidea y sus aplicaciones; principios de biogeografía enfocados a Apoidea; y Sistemática de las familias de Apoidea. A la segunda parte del curso no pude asistir por falta de cupo.

#### **No.2**

Curso “Entomología Tropical (Biología, Ecología e Importancia Económica de los Insectos)”

#### **Objetivos**

1. Conocer la filogenia, taxonomía, morfofisiología y ecología del subphylum Hexapoda.
2. Reconocer la importancia económica de los insectos en la agricultura y en el manejo forestal.

#### **Descripción**

El curso Entomología Tropical estaba dirigido a estudiantes y profesores de las facultades de Agronomía y Biología y tenía una duración de 32 horas divididas en cuatro días de pláticas magistrales.

Los expositores invitados son parte del personal de ECOSUR y fueron 6: el candidato a PhD. Benigno Gómez y Gómez, PhD. Ramón Jarquín Galvez, PhD. Alfredo Castillo Vera, PhD. Julio César Rojas León, PhD. Juan Francisco Barrera Gaytán, y PhD. Jorge E. Macías Sámano.

En las primeras 15 horas se trataron los orígenes de la Entomología y la historia evolutiva de los insectos y grupos emparentados, la morfofisiología y taxonomía de los grandes grupos de Insecta, así como los métodos de colecta. Las siguientes 21 horas fueron dedicadas a la entomología agrícola y manejo integrado de plagas, la ecología química de los insectos, y la entomología en el manejo de recursos forestales.

## **Resultados**

El curso sirvió para dar una idea de la importancia cultural de los insectos a través de la historia del hombre y como se fue desarrollando la Entomología como ciencia. También pude conocer la ubicación filogenética actual de los insectos y como el estudio de ésta aun se encuentra en desarrollo. Se tocaron algunos temas de morfofisiología, especialmente en lo referente al ciclo de vida. Se llevó a cabo una revisión de la clasificación, nomenclatura, identificación y métodos de colecta de los órdenes de Insecta y algunas familias importantes de los grupos grandes.

Así también, se trató la importancia económica de los insectos, enfocado sobre todo a la importancia de especies plaga en la agricultura y en el manejo de recursos forestales. En esta misma línea se tocó el tema de ecología química de los insectos y se nos introdujo el concepto y praxis del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

### **No. 3**

Taller informativo sobre el proyecto *“Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros físicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz”* dirigido a los pobladores de las comunidades de Tzetoc y Santa Lucía Lachuá.

## **Objetivos**

1. Informar a los pobladores de las comunidades Tzetoc y Santa Lucía Lachuá sobre el proyecto que se está llevando a cabo en los ríos del lugar y la importancia de este.
2. Pedir la colaboración de las personas del lugar para llevar a cabo la investigación.

## **Descripción**

Como parte del proyecto *“Evaluación de un método alternativo para medir la calidad del agua con indicadores biológicos comparado con parámetros físicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz”* se prepararon dos talleres para informar a

los habitantes de las comunidades Tzetoc y Santa Lucía Lachúa. Los dos talleres fueron llevados a cabo el 4 de junio, cada uno en el salón comunitario de la respectiva comunidad.

Se les habló sobre los objetivos del proyecto, la importancia que este tiene para ellos por tratarse del recurso hídrico que ellos utilizan. Además, se les pidió su colaboración para la realización del proyecto respetando las trampas que darán los resultados necesarios para obtener conclusiones de la investigación.

## **Resultados**

Se realizaron los dos talleres en un período de ocho horas en traslado de comunidad a comunidad, preparación del equipo, espera de los asistentes y el taller en sí mismo. El realizado en la comunidad de Tzetoc participé como asistente y oyente del taller, en el cual tuvo una asistencia de 10 personas de la comunidad. En el taller llevado a cabo en Santa Lucía Lachúa yo participé como exponente del mismo. Aquí se tuvo la presencia de aproximadamente 50 habitantes del lugar.

En ambos lugares expresaron su interés por el proyecto y ofrecieron su colaboración. También manifestaron su preocupación por la calidad del agua de los ríos y la inquietud de ser informados de los resultados de la investigación.

### **3.4 ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN - Diversidad y Distribución de Plecoptera y Trichoptera en el río Tzetoc, Cobán, Alta Verapaz-**

#### **No.1**

Elaboración del protocolo de investigación

#### **Objetivos**

1. Definir los objetivos de la investigación y el diseño experimental para alcanzarlos.

#### **Descripción**

Se realizó una búsqueda de antecedentes relacionados al tema de investigación, así como de información que justificara el estudio de estos dos órdenes con respecto a su diversidad y distribución en el área de estudio. Además, se delimitaron los objetivos del estudio y se diseñó la forma como experimentalmente se intentarían alcanzar.

#### **Resultados**

Se elaboró un documento que definió el título de la investigación y sus objetivos. Este documento consta de planteamiento del problema, justificación del estudio, referente teórico, objetivos, hipótesis, diseño experimental, resultados esperados, cronograma, presupuesto y referencias bibliográficas.

## **No.2**

Trabajo de campo y actividades de laboratorio

### **Objetivos**

1. Llevar a cabo la ejecución experimental durante los meses de junio a septiembre.

### **Descripción**

El trabajo de campo consistía en el reconocimiento del área de trabajo y el establecimiento de las estaciones de muestreo; una colecta preliminar que serviría para establecer el esfuerzo a realizar; y tres colectas durante la temporada de lluvias en las estaciones establecidas. En el laboratorio las actividades fueron de limpieza de las muestras y determinación taxonómica de los individuos colectados.

### **Resultados**

Con el reconocimiento del área se establecieron 4 estaciones de colecta, cada una constituyendo un tratamiento diferente. En estos sitios se llevó a cabo un pre-muestreo que sirvió para determinar un esfuerzo mínimo necesario de 3 redes por sitio para obtener un error esperado de 25%. En base a lo anterior se realizaron colectas en los meses de junio, agosto y septiembre. Se obtuvieron 49 individuos de interés para el estudio que se distribuyen en siete morfoespecies, seis Trichoptera y un Plecoptera.

## **No.3**

Elaboración del informe final de investigación

### **Objetivos**

1. Analizar los datos obtenidos durante la ejecución experimental para aceptar o rechazar la hipótesis propuesta.
2. Elaborar el informe final de investigación.

### **Descripción**

El Informe final consiste en una síntesis del trabajo realizado. Este contiene un análisis de los resultados obtenidos para determinar si los tratamientos presentan diferencias en cuanto a diversidad (composición y abundancia) y con ello poner a prueba la hipótesis planteada. Además, se discuten los resultados del análisis y se concluye al respecto.

### **Resultados**

Se elaboró un documento que contiene antecedentes del tema, el planteamiento del problema, justificación y objetivos de la investigación, hipótesis y diseño experimental para ponerla a prueba, los resultados y la discusión de los mismos con las conclusiones a las que se llegaron. Finalmente, se hacen recomendaciones para otro estudio similar.

#### 4. RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

Se estudió la diversidad y distribución de los estadios inmaduros de los órdenes Plecoptera y Trichoptera en el río Tzetoc, Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL-, Cobán, Alta Verapaz. Se deseaba conocer el efecto del tipo de sustrato y la velocidad de la corriente en la diversidad (composición y abundancia) y distribución de las larvas de estos organismos. Para esto, se realizó tres colectas durante los meses de junio a septiembre de 2006, en época lluviosa, dentro del parque donde hay poca influencia antrópica. Los cuatro tratamientos evaluados para el sustrato fueron: piedras, limo, arena y lecho rocoso. Se encontraron 7 morfoespecies, seis Trichoptera y un Plecoptera. Tres morfoespecies constituyen el 88.7% de todos los individuos colectados. El más abundante fue sp. *Anacroneturia* sp. (abundancia relativa de 34.7%), seguido por *Nectopsyche* sp. (28.6%), y *Oecetis* sp. (24.5%). Se determinó que no existe diferencia significativa entre la diversidad de los tipos de sustrato estudiados. La información obtenida sobre velocidad de la corriente fue muy pobre por lo que no se pudo analizar su efecto sobre la diversidad y distribución de estos órdenes. Los datos podrían estar mostrando una variación temporal, aunque se necesita de una investigación de más larga duración para concluir al respecto.



# ANEXOS

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad  
Subprograma EDC-Biología

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
“DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE PLECOPTERA Y TRICHOPTERA EN EL RÍO  
TZETOC, COBÁN, ALTA VERAPAZ”

Bárbara Regina Robledo Fong  
Supervisor Lic. Billy Alquijay  
Asesor Lic. Claudio Méndez H.

Vo.Bo. Asesor

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. Resumen	3
2. Introducción	3
3. Referente teórico	4
4. Planteamiento del problema	6
5. Justificación	6
6. Objetivos	7
7. Hipótesis	7
8. Metodología	7
8.1.    Diseño experimental	7
8.1.1.    Población	7
8.1.2.    Muestra	7
8.2.    Técnicas usadas en el proceso de investigación	8
8.2.1.    Recolección de datos	8
8.2.2.    Análisis de datos	8
8.3.    Instrumentos para registro y medición de las observaciones	9
9. Resultados	9
10. Discusión de resultados	12
11. Conclusiones	12
12. Recomendaciones	13
13. Referencias bibliográficas	13
14. Anexos	16
14.1.    Anexo 1: Ubicación de las estaciones de colecta	16

## 1. RESUMEN

Se estudió la diversidad y distribución de los estadios inmaduros de los órdenes Plecoptera y Trichoptera en el río Tzetoc, Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL-, Cobán, Alta Verapaz. Se deseaba conocer el efecto del tipo de sustrato y la velocidad de la corriente en la diversidad (composición y abundancia) y distribución de las larvas de estos organismos. Para esto, se realizaron tres colectas durante los meses de junio a septiembre de 2006, en época lluviosa, dentro del parque donde hay poca influencia antrópica. Los cuatro tratamientos evaluados para el sustrato fueron: piedras, limo, arena y lecho rocoso. Se encontraron 7 morfoespecies, seis Trichoptera y un Plecoptera. Tres morfoespecies constituyen el 88.7% de todos los individuos colectados. El más abundante fue sp. *Anacroneuria* sp. (abundancia relativa de 34.7%), seguido por *Nectopsyche* sp. (28.6%), y *Oecetis* sp. (24.5%). Se determinó que no existe diferencia significativa entre la diversidad de los tipos de sustrato estudiados. La información obtenida sobre velocidad de la corriente fue muy pobre por lo que no se pudo analizar su efecto sobre la diversidad y distribución de estos órdenes. Los datos podrían estar mostrando una variación temporal, aunque se necesita de una investigación de más larga duración para concluir al respecto.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados son abundantes y conforman parte importante de los ecosistemas ribereños. Las especies individuales tienen preferencias de hábitat diferentes y consecuentemente, la comunidad presente en una situación dada refleja su ambiente (Stark, 1993). La estructura de las comunidades de macroinvertebrados es afectada por características del hábitat tales como la velocidad de la corriente, la profundidad y el tipo de sustrato, así como perturbaciones en el ambiente, tales como influencia antrópica y contaminación (*idem*). Las asociaciones de macroinvertebrados bentónicos con sustratos específicos ha sido bien documentada y estudios e investigaciones en laboratorio han identificado como principal determinante en la estructura de las comunidades el tamaño de las partículas del sedimento. (Walton, 1978)

En el caso de los Plecoptera y Trichoptera se ha observado que muchos de sus representantes tienen preferencia por aguas bien oxigenadas en movimiento con lechos de grava suave o rocas y en algunos casos detritos de hojas. Estos son considerados indicadores de buena calidad de agua por que muchas veces tienen requerimientos específicos y son muy sensibles a perturbaciones en el ambiente y diferentes tipos de contaminación. Además, también son parte importante en la cadena trófica y sirven de alimento a peces. A pesar de su importancia, ambos grupos han sido poco estudiados en la región y se sabe poco de su diversidad y ecología. En Guatemala, al igual que en el resto de Centro América se ha reportado que solo está presente el género *Anacroneuria* del orden Plecoptera, pero esto puede ser debido a una baja intensidad de muestreo, no solo para este orden pero para los invertebrados en general.

Se deseaba conocer la diversidad de los órdenes Plecoptera y Trichoptera, en el río Tzetoc dentro del Parque Nacional Laguna Lachua. Además, dentro del marco de un proyecto más grande que busca proponer un programa de monitoreo de calidad de agua en la zona, nos preguntábamos que efecto tiene el tipo de sustrato y la velocidad de la corriente en la diversidad de las larvas de estos organismos. Para contestar esto, se efectuaron tres colectas en

época lluviosa en la parte del río Tzetoc dentro del PNLL (donde no hay influencia antrópica o es mínima) para los tratamientos consistentes en variaciones de sustrato y mediciones de velocidad de la corriente de estos.

### 3. REFERENTE TEÓRICO

#### **Plecoptera**

Los representantes del orden Plecoptera son todos habitantes de aguas frescas en el estado larval. Como grupo están cercanamente relacionados con las cucarachas y aun retienen la condición primitiva de poseer cola, pero demuestran la habilidad de plegar sus alas sobre su dorso. Estos insectos son encontrados comúnmente escondidos o reptando en las rocas en los ríos. Muchos de ellos están relacionados con aguas limpias bien oxigenadas y forman parte de la alimentación de algunos peces. (McCafferty, 1981)

Los plecópteros en estadio larval son habitantes del bentos de aguas con bastante movimiento y ocasionalmente en lagos fríos o nórdicos con considerable movimiento. Las larvas tienden a tener requerimientos específicos de temperatura, sustrato y tamaño de río (Stewart & Harper, 1996). Las larvas jóvenes de muchas especies son intersticiales a profundidades de pocos centímetros o más, en grava suave antes de resumir sus actividades en la superficie del agua. En muchas especies el microhábitat cambia según su crecimiento por ejemplo de grava a detritos de hojas y de detritos de hojas a rocas; y el movimiento hacia la orilla antes de emerger es muy común. Generalmente, los plecópteros no son nadadores activos y en cambio están adaptados para reptar entre las rocas, grava y detritos. Muchos son capaces de mantenerse en zonas de rápidos y un pequeño número de ellos se sabe que van a la deriva. (McCafferty, 1981)

En México y Centro América la fauna de Plecoptera es limitada. Solo dos géneros *Anacroneturia* (Perlidae) y *Amphinemura* (Nemuridae) de dos familias están representadas en el área. *Amphinemura* se extiende desde el norte de México hasta un punto al sur de la ciudad de México, por lo que en Centro América solo se ha reportado la presencia de *Anacroneturia*. Sin embargo el estudio de este orden en el área ha sido esporádico e incidental en otros estudios, por lo que una mayor intensidad de colectas puede resultar en interesantes descubrimientos. (Bauman, 1982)

#### **Trichoptera**

Los Trichoptera son insectos holometábolos de tamaño pequeño a mediano, semejantes en apariencia a las polillas. Las cuatro alas membranosas están cubiertas de pelos y usualmente son llevadas en forma de techo sobre el abdomen (Borror, *et al.*, 1976). Tienen una mayor actividad en la noche y se encuentran cerca de cuerpos de agua (Posada-García & Roldán-Pérez, 2003).

Las larvas de Trichoptera se asemejan a orugas, con una cabeza bien desarrollada, patas torácicas, y un par de apéndices en forma de uña en el último segmento abdominal. El abdomen puede o no tener branquias filamentosas. Pueden construir casas o refugios, redes para filtrar agua o capturar detritos o presas de una gran cantidad de materiales gracias a una glándula salival modificada. Algo interesante es que las casas construidas son características de

cada especie, y en algunas especies la construcción de una larva joven difiere de una más desarrollada. (Borrór, *et al.*, 1976; Posada-García & Roldán-Pérez, 2003).

Las formas inmaduras (huevo, larva y pupa) se encuentran en todos los ambientes acuáticos, principalmente en cuerpos lóticos (ríos, riachuelos, quebradas, arroyos y cascadas) bien oxigenadas y en menor frecuencia en cuerpos lénticos (lagos, lagunas y ciénagas). Se alimentan de algas asociadas a las hojas en descomposición, raspan diatomeas de las piedras sumergidas o depredan pequeños invertebrados. (Posada-García & Roldán-Pérez, 2003)

En el neotrópico se conoce muy poco acerca de la ecología, comportamiento o historia natural de los tricópteros (Posada-García & Roldán-Pérez, 2003), pero se sabe que desempeñan un papel importante en los diferentes niveles tróficos en los ecosistemas donde habitan al ser parte importante de la dieta de peces y otros animales acuáticos (Borrór, *et al.*, 1976; Posada-García & Roldán-Pérez, 2003). Para el neotrópico americano Flint (1977) reconoce dos subregiones: la chilena que comprende una tricóptero fauna totalmente endémica; y la brasileña que comprende el resto de Sudamérica hasta el norte de México con una fauna diversa y poco conocida, donde la mayor parte de las descripciones y publicaciones están relacionadas con los adultos.

### **Importancia de Plecoptera y Trichoptera**

Tanto los representantes de Plecoptera y Trichoptera son ecológicamente importantes al ser parte de la dieta alimenticia de peces y otros animales acuáticos. Además, algunas familias de ambos órdenes revisten importancia en los monitoreos y planes de manejo de cuerpos de agua para la utilización de índices tales como BMWP, BMWP' y EPT (Gilmore, 2002). Las etapas inmaduras de Trichoptera son sensibles a la contaminación y degradación del hábitat y por tal motivo, son usadas como bioindicadores de calidad de aguas. (Harding, *et al.*, 1998; Wallace *et al.*, 1996; Leiva, 2004) De igual forma, los Plecoptera indican una buena calidad de agua al estar restringidos a aguas altamente oxigenadas y ser poco tolerantes a cambios en el hábitat y contaminación que reduzca el oxígeno disuelto (McCafferty, 1981; Stewart & Harper, 1996)

### **Parque Nacional Laguna Lachuá**

El Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), ubicado al norte de Alta Verapaz en la Franja Transversal del Norte, tiene sus inicios en 1974 cuando se delimitó un polígono de 10,000 hectáreas de bosque tropical por el INTA (Instituto Nacional de Transformación Agraria). Este posee el estatus de reserva natural no susceptible de colonización, con motivo de proteger la belleza escénica de la laguna Lachuá (Monzón, 1999)

El PNLL pertenece al bioma selva tropical lluviosa y se ubica dentro de las zonas de humedales del país, en el departamento de Alta Verapaz, municipio de Cobán. Los límites geográficos de la zona de influencia son el río Chixoy al norte y al oeste, el río Icbolay al este y al sur las montañas del Peyán y la Sultana (Avendaño y Morales, 2001). Recientemente, la Ecoregión fue declarada como sitio RAMSAR en mayo de 2006.

El área del parque está cubierta por bosques latifoliados, selvas características de regiones con baja altitud conformados por especies de hoja ancha como cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Sweitenia macrophylla*), danto (*Vateria* sp.), zapote (*Manilkara zapota*) y pimienta (*Pimenta dioica*)

(Avendaño y Morales, 2001). El análisis de cambio de uso de suelo hasta 1996 por Monzón (1999), demuestra que el PNLL es un gran remanente de bosque tropical poco perturbado, y los bosques de la zona de influencia están mediana y grandemente perturbados.

Hidrográficamente puede considerarse el área del PNLL como parte del sistema de cuencas altas del río Usumacinta que desemboca en el Golfo de México, como parte del drenaje Lachuá-Icbolay-Chixoy-Salinas-Usumacinta (Granados, 2001). Las corrientes hidrográficas, son utilizadas principalmente para lavado de ropa, aseo personal y pesca. En la Laguna Lachuá y en el afluente que abastece la laguna se han tomado mediciones fisicoquímicas del agua encontrándose que no debe ser utilizada para consumo humano por tener alta concentraciones de sales y presencia de bacterias patógenas. (Monzón, 1999)

Estudios previos en el lugar sobre los órdenes de nuestro interés no existen. Sin embargo actualmente, se ejecuta un estudio de la calidad del agua con indicadores biológicos y fisicoquímicos por parte del PIMEL para crear un plan de monitoreo del agua de bajo costo con macroinvertebrados. (PIMEL, 2005)

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecoregión Lachuá -PIMEL-, está elaborando los estudios previos para proponer un sistema de monitoreo de calidad del agua en relación a la biodiversidad. Se pretende sustituir los tradicionales métodos físico-químicos por otro más barato en el que se utilizan bioindicadores, en este caso macroinvertebrados bentónicos, que además tienen la ventaja de dar información del agua a través del tiempo. Para plantear una propuesta con bases sólidas se necesita tener un mayor conocimiento sobre la diversidad de los ríos de la Ecoregión y de la ecología de las diferentes especies que allí se encuentran.

Los macroinvertebrados bentónicos son muy importantes en los ecosistemas ribereños. Se sabe que algunas especies de los órdenes Plecoptera y Trichoptera requieren de condiciones con poca o nula perturbación, para poder desarrollarse. Algunas especies de estos órdenes se consideran indicadores de buena calidad del agua porque son sensibles a cambios en la concentración de oxígeno disuelto, nitrógeno, fósforo y temperatura. Sin embargo, algunas variables determinadas por la geomorfología propia del río, como sustrato y velocidad de la corriente, también pueden afectar la distribución de estos organismos, ya que muchos de estos organismos presentan preferencias de hábitat. En ese sentido, es importante conocer como esas variables están afectando la composición y abundancia de los organismos en un sitio y su distribución en el río para poder plantear un sistema de monitoreo que no mida los efectos geomorfológicos del río, pero las condiciones de calidad de agua.

#### **5. JUSTIFICACIÓN**

Los organismos vivos que habitan en los ríos presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales, y demuestran límites de tolerancia a diferentes alteraciones de las aguas (Alba-Tercedor, 1996). Los macroinvertebrados bentónicos son de naturaleza sedentaria, son sensibles a la perturbación y tienen ciclos de vida variables, y muchas especies descritas tienen respuestas conocidas a la contaminación. Por tanto la evaluación biológica de

macroinvertebrados bentónicos ha servido para monitorear alteraciones del hábitat. (Gilmore, 2002, Alba-Tercedor, 1996). Pero como señala Stark (1993) los invertebrados bentónicos también demuestran una preferencia de hábitat que en los índices de evaluación de calidad de agua se pueden ver reflejados y pueden ser fuente de sesgo si no se conocen dichas preferencias.

Esta investigación se enfoca a los Plecópteros y Trichopteros porque muchos están relacionados con aguas limpias y que a menudo están restringidos a aguas altamente oxigenadas y una riqueza en material orgánico u otra forma de contaminación que reduzca la concentración de este gas puede inhibir su aparición (McCafferty, 1981; Stewart, K & Harper, P.P. 1996; Harding, et al., 1998; Wallace et al., 1996; Leiva, 2004). Por tanto, representantes de estos ordenes son utilizados como indicadores bióticos de calidad de agua (McCafferty, 1981). Conocer a qué factores físicos responde la distribución y abundancia de los Plecoptera y Trichoptera presentes en el río Tzetoc puede servir para obtener información sobre el agua, siempre y cuando se conozcan y tomen en cuenta las preferencias de hábitat no relacionadas con la calidad de agua, como el tipo de sustrato y la velocidad de la corriente. Esto cobra mayor importancia cuando en la Eco-región Lachuá se lleva a cabo un estudio para poder plantear una metodología de monitoreo de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos.

## **6. OBJETIVO**

1. Determinar que efecto tiene las variaciones de sustrato y velocidad de la corriente del río Tzetoc en la diversidad y distribución de los estadios inmaduros de Plecoptera y Trichoptera.

## **7. HIPÓTESIS**

La diversidad, en términos de composición y abundancia, de plecópteros y tricópteros se ve afectada por variaciones en el tipo de sustrato y en la velocidad de la corriente en el trayecto del río

## **8. METODOLOGÍA**

### **8.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **8.1.1. POBLACIÓN**

La población a estudiar son los Plecopteros y Trichopteros del río Tzetoc en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán Alta Verapaz.



### **8.1.2. MUESTRA**

La muestra se obtuvo en las estaciones de muestreo que se definieron y escogieron según sus características de sustrato. El esfuerzo necesario para que esta fuera representativa se calculó de la forma descrita por Krebs (1999) en base a los resultados de un estudio piloto esperando tener un error absoluto deseado de 25%. Asumiendo una distribución normal de los datos, el esfuerzo mínimo resultó ser de tres arrastres de red por tratamiento. Cada tratamiento tuvo 3 réplicas temporales realizadas en los meses de junio, agosto y septiembre de 2006.

## **8.2. TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

### **8.2.1. RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **Fase 1**

##### **Reconocimiento del área**

Se realizó un recorrido a lo largo de la vera del río en busca de lugares aptos para la toma de datos. Con la ayuda del Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS), se tomó coordenadas y caracterizó el sitio en base su cobertura boscosa y tipo de sustrato dominante.

#### **Fase 2**

##### **Elaboración del Diseño Experimental**

En base al reconocimiento del área se establecieron cuatro estaciones de muestreo (ver anexo 1), similares en cuanto a cobertura vegetal pero con diferencias en el tipo de sustrato dominante. Con los datos del estudio piloto se determinó un esfuerzo mínimo necesario de tres arrastres de red en 'D' para obtener un error de 25 por ciento. Establecí tres réplicas temporales a realizar en el período de junio a septiembre de 2006.

#### **Fase 3**

##### **Ejecución Experimental**

La ejecución experimental consistió en la toma de datos (tipo de sustrato, velocidad de corriente y profundidad) y colecta de invertebrados bentónicos en las estaciones establecidas en el diseño experimental. La unidad de esfuerzo fue de un minuto de arrastre de red. La muestra colectada se guardaba con alcohol al 90% en bolsas con cierre hermético para su posterior revisión y trasvasado a frascos plásticos. En el laboratorio se determinó hasta el nivel de género con diferentes claves y documentos de apoyo.

### **8.2.2. ANÁLISIS DE DATOS**

Se realizó un análisis de correspondencia libre de tendencias (DCA, por sus siglas en inglés) para mostrar si el tipo de sustrato influyó los resultados de composición y abundancia de cada estación de colecta. Por otra parte, para determinar la similitud entre

tipos de sustrato se hizo un análisis de agrupamiento con el índice de similitud Chao-Jaccard y ligamiento simple. Así también, se llevó a cabo una prueba de Kruskal Wallis para establecer si existía diferencia en la composición entre los cuatro tipos de sustratos estudiados. Se realizaría un análisis de correspondencia canónica (CCA, por sus siglas en inglés) para saber si estas variables se correlacionan con la diversidad, no obstante, los datos obtenidos no fueron suficientes.

### 8.3. INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Los parámetros físicos fueron tomados en el lugar y anotados en la libreta de campo, identificando la fecha de medición y la estación de muestreo. Para la determinación de los macroinvertebrados se requirió de boletas de registro con la fecha de muestreo, la estación de muestreo, orden, familia, morfoespecie, cantidad, otras observaciones, determinador, fecha de determinación y fecha de ingreso a la base de datos electrónica.

Los materiales usados en el campo para la toma de parámetros físicos y colecta de macroinvertebrados, y en el laboratorio son:

- Molinete para obtener velocidad de la corriente
- Redes en “D”
- Libreta de campo
- Bolsas herméticas
- Marcadores indelebles
- GPS
- Alcohol al 90%
- Frascos plásticos
- Bandejas blancas
- Estereoscopios
- Viales
- Pinzas
- Agujas de disección
- Cajas de petri
- Papel de algodón
- Claves y documentos de apoyo
- Hojas de registro
- Base de datos electrónica
- Impresora y tinta

## 9. RESULTADOS

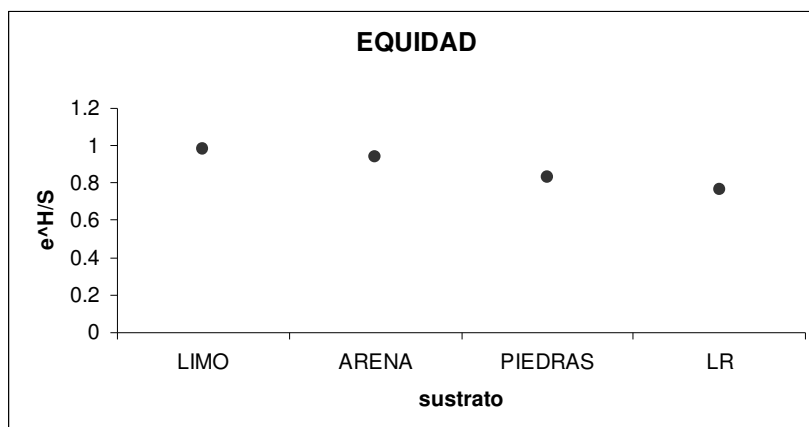
Se encontraron 7 morfoespecies (tabla 1), distribuidas de la siguiente manera: 1 género de la familia Perlidae de Plecoptera, y 6 géneros en 4 familias de Trichoptera. Tres morfoespecies representaron el 87.8% del total de individuos colectados en los tres meses (49). El más abundante fue *Anacroneuria* sp. con 34.7%, seguido por *Nectopsyche* sp. (Trichoptera, Leptoceridae) con 28.6%, y *Oecetis* (Trichoptera, Leptoceridae) con 24.5%. El lecho rocoso fue el único sustrato donde aparecieron *Leptonema* sp., *Chimarra* sp. y *Smicridea* sp, y fue también el único donde se encontraron las siete morfoespecies identificadas.

La equidad (gráfica 1) fue alta en todos los tratamientos, pero fue mayor en el limo (0.99), seguido por las arena (0.94), piedras (0.83), y lecho rocoso (0.77). Se calculó la diversidad (gráfica 2) de los tipos de sustrato utilizando la función Shannon-Wiener y el más diverso fue el

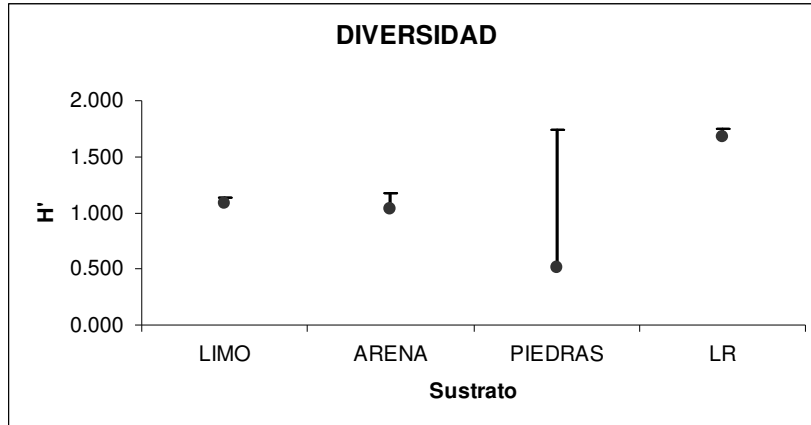
lecho rocoso (1.682), seguido por el limo (1.084), la arena (1.040), y las piedras (0.510). El análisis de agrupamiento efectuado reveló que no hay una agrupación por tratamientos, a excepción de limo para agosto y septiembre, y más bien parecen agruparse por mes. Además, la prueba de Kruskal Wallis mostró que no existe diferencia de diversidad entre los tipos de sustrato estudiados ( $p = 0.55$ ), ni hay variación significativa entre réplicas temporales ( $p > 0.5$ ). El DCA arrojó resultados similares al análisis de agrupamiento, donde no hay una diferencia clara entre sustratos. Los datos de velocidad de la corriente y profundidad del río solo se pudieron tomar en el mes de septiembre, y la velocidad media de los sitios variaba de 1.1 a 1.6 m/s, y la profundidad media de 0.5 a 0.9 m. Además de que la variación entre sitios para estas dos variables fue muy corta, los pocos datos no permitieron realizar un CCA.

**Tabla 1.** Abundancia relativa promedio por sustrato de los taxa encontrados en el río Tzetoc, PNLL.

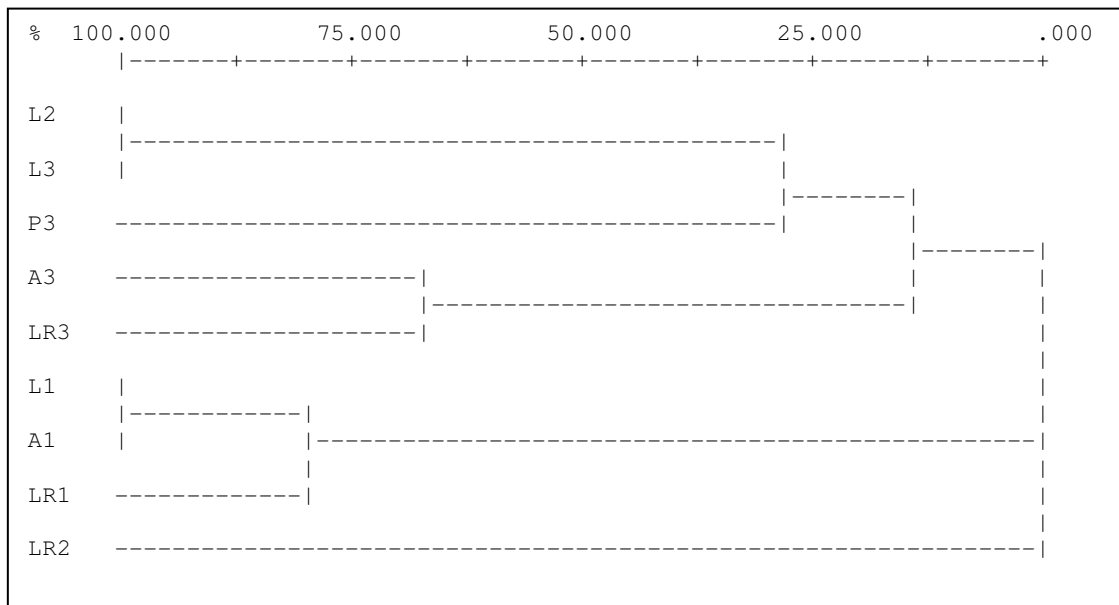
MORFOESPECIE	LIMO	ARENA	PIEDRAS	LR
<i>Anacroneturia</i> sp.	33.3	33.3	0	26.320
<i>Chimarra</i> sp.	0	0	0	33.300
<i>Leptonema</i> sp.	0	0	0	1.750
<i>Nectopsyche</i> sp.	26.19	0	26.67	5.263
<i>Oecetis</i> sp.	40.48	16.67	0	11.111
<i>Smicridea</i> sp.	0	16.67	0	11.111
<i>Wormaldia</i> sp.	0	0	6.67	11.111



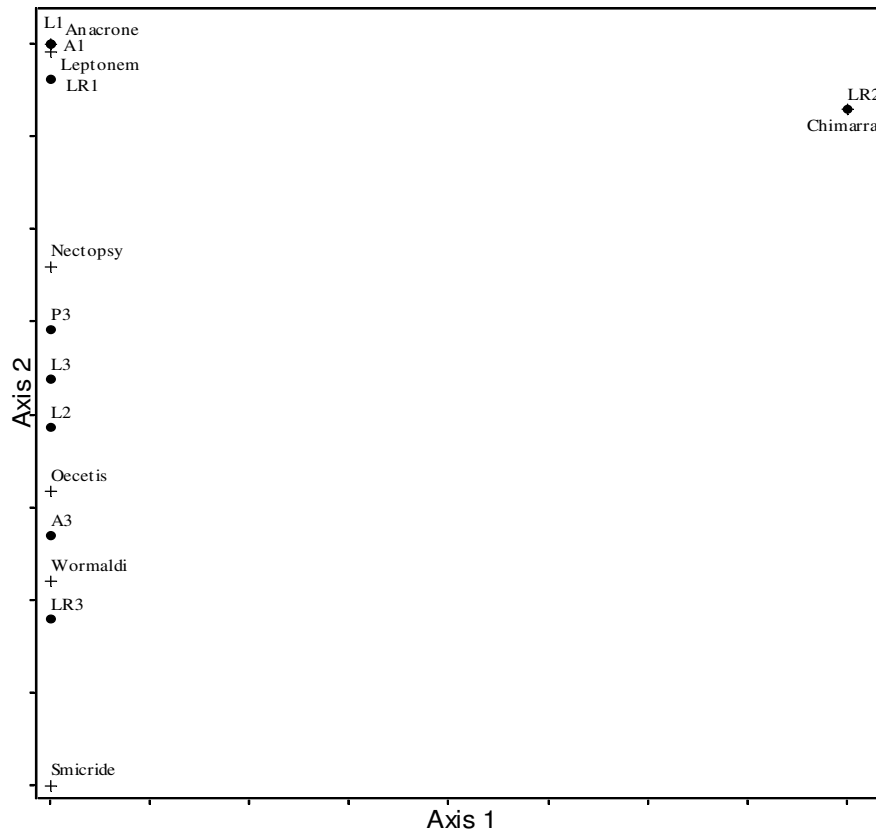
**Gráfica 1.** Equidad de la comunidad por tipo de sustrato.



**Gráfica 2.** Diversidad por tipo de sustrato.



**Gráfica 3.** Análisis de Agrupamiento de Sustratos en base a Riqueza y Abundancia.  
(L = limo, A = arena, P = piedras, LR = lecho rocoso; 1= junio, 2= agosto, 3 = septiembre)



**Gráfica 4.** Análisis de Correspondencia Libre de Tendencia. Eje 1: valor Eigen = 1.00; eje 2: valor Eigen = 0.94

## 10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Aun cuando en otros estudios el sustrato y la velocidad de la corriente han demostrado tener un efecto sobre la diversidad y distribución de macroinvertebrados bentónicos (Jezberova, 2003; Fenoglio *et al.*, 2004; Jowett & Richardson, 1990; Quinn & Hickey, 1990), en el río Tzetoc no se encontró relación. Los resultados obtenidos muestran que la diversidad y la distribución parecen no ser afectadas por el tipo de sustrato, al menos para la clasificación subjetiva que se utilizó para este estudio. Esto pudo deberse a que la muestra tomada fue muy reducida, y a que se obtuvieron muy pocos datos. Por otro lado, aunque estadísticamente parece no ser significativa, que las réplicas hayan sido en tres meses distintos significó captar una variación temporal de la diversidad que no se deseaba, ya que el análisis de agrupamiento y el DCA de los tipos de sustrato muestra que si puede estar habiendo variación temporal dentro de cada tratamiento.

Las inconveniencias de una categorización subjetiva del sustrato pudieron haber influido en el hecho de no encontrar diferencias en la diversidad de los distintos tratamientos. Parece importante mencionar que se requería de una valoración más objetiva del sustrato, tomando en cuenta el porcentaje que cada tamaño de partícula de sustrato ocupa en un mismo sitio, ya que se observó que el sustrato es muy heterogéneo en un mismo sitio.

La equidad mostró una tendencia a disminuir con el tamaño de partícula más grande. No obstante, la diversidad no muestra ninguna tendencia: es similar para limo y arena, pero disminuye en piedras y se eleva a su punto máximo en lecho rocoso. Esto contradice lo planteado anteriormente por otros estudios en donde se señala que la diversidad aumenta a medida que aumenta el tamaño de las partículas que componen el sustrato desde limo hasta piedras o rocas y luego disminuye en lecho rocoso (Jowett & Richardson, 1990; Quinn & Hickey, 1990).

Los lechos rocosos suelen tener menor diversidad porque representan menor fricción para el paso de agua, lo que favorece el aumento de velocidad de la corriente. En este tipo de sustrato, generalmente la velocidad de la corriente es alta y hay pocos sitios donde los invertebrados pueden refugiarse o agarrarse para evitar ser lavados (Quinn, & Hickey, 1990). Sin embargo, en el río Tzetoc el lecho rocoso posee fisuras, troncos petrificados con agujeros y sitios reducidos de arena y piedras pequeñas donde las larvas de insectos pueden refugiarse para resistir la corriente. Además, este sitio presenta bastante turbulencia, lo que significa que existe un mayor intercambio de gases en la columna de agua, y por lo tanto se esperaría que proveyera un hábitat adecuado para invertebrados con requerimientos altos de oxígeno como los son los Plecoptera y Trichoptera (Quinn & Hickey, 1990). Particularmente, los Tricópteros *Leptonema* sp., *Chimarra* sp. y *Nectopsyche* son filtradores (Fenoglio, *et al.*, 2004) y la turbulencia de este sitio también los favorecería porque hay un mayor flujo de nutrientes en la columna de agua (Quinn & Hickey, 1990).

## 11. CONCLUSIONES

En el río Tzetoc encontré 7 morfoespecies: seis Trichoptera y un Plecoptera. Las variaciones en el tipo de sustrato no afectan la diversidad de los estadios inmaduros de estos órdenes a lo largo del río Tzetoc, al menos para la clasificación estudiada en este estudio. No obstante, es necesario cuantificar esta variable clasificándola según rangos de tamaño de partículas y sacando un índice con el porcentaje que ocupa cada tamaño en un área para poder objetivizar la clasificación y así sacar mejores conclusiones con el fin de probar o rechazar la hipótesis y corroborar la información señalada por otros autores. Por otra parte, parece haber variación temporal en la diversidad aunque la diferencia no es significativa, probablemente porque el período de muestreo de este estudio fue corto. En cuanto al efecto de la velocidad no se puede concluir debido a datos insuficientes.

## 12. RECOMENDACIONES

Parece necesaria una ampliación de la investigación, en la cual se realice un mayor esfuerzo de muestreo durante todo el año y se aumente el número de estaciones de colecta, con réplicas espaciales y temporales. Así mismo, es importante caracterizar objetivamente los tipos de sustrato sacando un índice para cada sitio. Se juzga necesario extender el estudio a los otros dos ríos del parque (Lachuá y Peyán) para poner a prueba de mejor manera la hipótesis planteada. Se sugiere también que para la velocidad de la corriente y la profundidad se estudie intervalos amplios de variación. Todo esto con el fin de comprender mejor la distribución normal de la fauna bentónica y que a la hora de implementar el plan de monitoreo de los cuerpos de agua del lugar estas variaciones normales de la composición y abundancia no creen ruido en las evaluaciones de calidad de agua.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos. IV SIAGA, Almeira. II: 203-213.

AVENDAÑO, C. & MORALES, J. 2001. Proyecto Diversidad de flora y sus usos en un Parque no Protegido de la Región Lachuá. Facultad de CC.QQ. y Farmacia/ Dirección General de Investigación- DIGI. USAC. Guatemala. 15pp.

BORROR, D.J., DELONG, D.M. & TRIPLEHORN, C.A. An introduction to the study of insects. 1976. 4a. Edición. Holt, Rinehart and Winston. USA. 852 pp.

BAUMAN, R.W. 1982. Plecoptera. *In* Hulbert, S.H. y Villalobos-Figueroa, A. eds. Aquatic Biota of Mexico, Central America & West Indies: Being a Compilation of Taxonomic Bibliographies for the Fauna and Flora of Inland Waters of Mesoamerica and the Caribbean Region. CA, USA. p. 278 -279.

FENOGLIO, S., BO, T. & CUCCO, M. 2004. Samal-scale Macroinvertebrate Distribution in a Riffle of a Neotropical Rainforest Stream (Río Bartola, Nicaragua). *Caribbean Journal of Science*. 40(2): 253-257.

FLINT, O. S., JR. 1977. Trichoptera. Págs. 221-226. En: S. H. Hurlbert (ed.) *Aquatic biota of Southern America*. San Diego State University. San Diego.

GILMORE, S. 2002. Benthic Macro-Invertebrate population difference between sand and cobble substrates in the Arroyo Seco Watershed. *Central Coast Watershed Studies*, The Watershed Institute Earth Systems Science and Policy, California State University Monterey Bay.

GRANADOS, P. 2001. Ictiofauna de la Laguna Lachuá, Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología, Facultad de C.C.Q.Q. y Farmacia, USAC. 73pp.

HARDING, J.S., *et al.* 1998. Stream biodiversity: the gost of land use past. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 95: 14843-14847

JEZBEROVÁ, M. 2003. Distribution and density of Ephemeroptera and Plecoptera of the Radíkovský brook (Czech Republic) in relation to selected enviromental variables. *In* *Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera*. E. Gaino (Ed.). University of Perugia, Italy. Pp. 327-331.

JOWETT, I.G., RICHARDSON, J. 1990. Microhabitat Preferences of Benthic Invertebrates in a New Zealand River and the Development of in-stream flow-habitat models for *Deleatidium* spp. 24: 19-10.

KREBS, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. 2ª. Edición. Addison Wesley Longman, Inc. California, USA. 620pp.

LEIVA, M.J. 2004. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX región de la Araucanía. Tesis Licenciado en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de Temuco. 93pp.

MCCAFFERTY, P.W. 1981. Aquatic Entomology: The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and their Relatives. Jes and Bartlett Publishers, USA.

MONZÓN, R.M. 1999. Estudio General de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia. Cobán, Alta Verapaz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC. 97pp.

PIMEL. 2005. Propuesta de Estudio de la calidad del agua con indicadores biológicos y fisicoquímicos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su Zona de Influencia, Cobán, Alta Verapaz. Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá –PIMEL-, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

POSADA-GARCÍA, J.A. & ROLDÁN-PÉREZ, G. 2003. Clave Ilustrada y Diversidad de las Larvas de Trichoptera en el Nor-Occidente de Colombia. *Caldasia* 25(1): 169-192.

QUINN, J.M., HICKEY, C.W. 1990. Magnitude of Effects of Substrate Particle Size, Recent Flooding, and Catchment Development on Benthic Invertebrates in 88 New Zealand Rivers. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 24: 411-427.

STARK, J.D. 1993. Performance of Macroinvertebrate Community Index: effects of sampling method, sample replication, water depth, current velocity, and substratum on index values. *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research*. 27: 463-478.

STEWART, K.W. & HARPER, P.P. 1996. Plecoptera. In Merritt, R.W. y Cummins, K.W. eds. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3a ed. Kendall/Hunt Publishing Company, USA. p. 217 – 2

WALTON, E.O. Jr. 1978. Substrate Attachment by Drifting Aquatic Insect Larvae. *Ecology*, 59(5): 1023-1030.



## 14. ANEXOS

### 14.1. ANEXO 1: UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE COLECTA

#### Mapa de Ubicación de las Estaciones de Colecta

