

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**



**MAESTRÍA EN ENTOMOLOGÍA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMUNIDAD DE CHIRONOMIDAE  
(DIPTERA) EN RÍOS CONTRASTANTES EN EL EJE DE LA  
TRANSÍSTMICA, CORREGIMIENTOS DE CHILIBRE Y NUEVO SAN JUAN.**

**POR**

**LIC. JEANNETT PARDO GUERRA**

**PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2002**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMUNIDAD DE CHIRONOMIDAE  
(DIPTERA) EN RÍOS CONTRASTANTES EN EL EJE DE LA TRANSÍSTMICA  
EN LOS CORREGIMIENTOS DE CHILIBRE Y NUEVO SAN JUAN.**

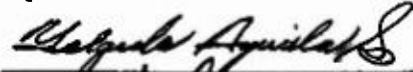
**TESIS**

**Sometida para optar al título de Maestría en Ciencias con  
Especialización en  
Entomología General**

**VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POST GRADO**

**Permiso para su publicación y reproducción total o parcial debe ser obtenido  
En la Vicerrectoría de Investigación y Post Grado**

**Aprobado:**

  
Asesor

  
Jurado

  
Jurado

## **DEDICATORIA**

Ante todo a Nuestro Señor Todopoderoso, a mi abnegada madre Carmen G Guerra C, a mi hermano Juan Pardo, quienes con sus esfuerzos, apoyo y amor me alentaron para alcanzar una de mis metas

También, con mucho cariño, a la Dra Yolanda Aguila S, a mis primos Zugeilys Sobenis Guerra, Rodney Barría Guerra y amigos personales, quienes me brindaron apoyo y consejos para que culminara con satisfacción mis estudios

## **AGRADECIMIENTO**

Muy especialmente a Dios Todopoderoso, por haberme permitido culminar mis estudios con mucha fe

De forma respetuosa, a mi asesora de tesis, la Dra Yolanda Aguila S por su comprensión, paciencia y orientación en mi trabajo de graduación

Igualmente al profesor Ivan Luna por su dedicación y sus conocimientos brindados

Al profesor Percis Garcéz por sus atinados consejos

A todo el personal de la Maestría en Entomología que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo de graduación

Al profesor Juan B Del Rosario por su apoyo en la ejecución de los análisis químicos

A mis compañeros Filadelfo y Alexis, quienes con su voz de aliento me incentivaron a culminar mis estudios Y al joven Juan Carlos Villarreal por su apoyo incondicional en la revisión bibliográfica

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Índice de contenido	V
Índice de cuadros	VI
Índice de figuras	VIII
Índice de fotografías	XIII
Resumen	1
Introducción	2
1 - Generalidades de la familia Chironomidae	2
2 - Clasificación ecológica de la familia Chironomidae	4
3 - Importancia de la familia Chironomidae en aguas dulces	6
4 - Patrones de distribución de la familia Chironomidae	7
5 - Objetivos Generales y Específicos	10
Área de Estudio	12
Materiales y Métodos	14
Resultados	18
Discusión	26
Conclusiones	34
Recomendaciones	36
Bibliografía	37
Anexos	47
Cuadros	48
Figuras	57
Fotos	78

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Pag
1	Resultados de las mediciones de variables físicas, por mes de colecta, sitio de estudio, durante los nueve meses de muestreo	49
2	Resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua por fecha y por sitio de estudio, durante seis meses de muestreo	50
3	Peso (g) de las muestras de hojarasca por sitio de muestreo y por mes de colecta	51
4	Número de individuos de la familia Chironomidae colectados por sitio de muestreo y por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	52
5	Densidad (No ind/g hojarasca) de larvas de Chironomidae por sitio de muestreo y por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	52
6	Número de individuos de la Chironomidae identificados por subfamilia, género y por sitio de muestreo durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	53
7	Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 – mayo 2000)	54
8	Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante la estación lluviosa (septiembre, octubre, noviembre 1999)	54

9	Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante la estación seca (enero 01 - abril 2000)	54
10	Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	55
11	Índice de Similitud entre los sitios de muestreo, basado en los géneros identificados de la familia Chironomidae en los sitios de estudio	55
12	Índice de Diversidad por sitio de muestreo, basado en el número de individuos identificados, por géneros de la familia Chironomidae	55
13	Listado de géneros de la familia Chironomidae identificados por sitio de muestreo	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pag
1a	Relaciones filogenéticas entre las subfamilias de Chironomidae sugeridas por Saether (1977), Brundin y Saether (1978), Brundin (1983) y Andersen y Saether (1994)	58
1b	Cladograma propuesto por Saether (2000)	58
2	Ubicación de los sitios de estudio	59
3a	Estimados de $\text{NH}_4$ (mg/l), $\text{PO}_4$ (mg/l) y Descarga ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	60
3b	Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	60
3c	Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	60
3d	Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectados en Quebrada Ancha por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	61
4a	Estimados de $\text{NH}_4$ (mg/l), $\text{PO}_4$ (mg/l) y Descarga ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en Quebrada Limón por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	61
4b	Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en Quebrada Limón por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	61
4c	Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Quebrada Limón por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	62

4d	Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectados en Quebrada Limón por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	62
5a	Estimados de NH <sub>4</sub> (mg/l), PO <sub>4</sub> (mg/l) y Descarga (m <sup>3</sup> /s) en el río Chilibrillo por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	62
5b	Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en el río Chilibrillo por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	63
5c	Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en el río Chilibrillo por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	63
5d	Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectados en el río Chilibrillo por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	63
6a	Estimados de NH <sub>4</sub> (mg/l), PO <sub>4</sub> (mg/l) y Descarga (m <sup>3</sup> /s) en el río Chilibre por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	64
6b	Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en río Chilibre por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	64
6c	Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en el río Chilibre por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000)	64
6d	Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectados en el río Chilibre por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	65
7a	Estimados de Descarga (m <sup>3</sup> /s) de las cuatro estaciones de muestreo durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	65
7b	Estimados de PO <sub>4</sub> (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000)	65

7c	Estimados de $\text{NH}_4$ (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000)	66
7d	Estimados de Alcalinidad (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000)	66
7e	Estimados de Dureza (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000)	66
7f	Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000)	67
7g	Gramos de Biomasa Vegetal (g) de las cuatro estaciones, por mes de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	67
8a	Comparación de la descarga ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en los cuatro sitios de muestreo, durante el estudio ( $n = 8$ )	68
8b	Comparación de la concentración de $\text{PO}_4$ en los cuatro sitios de muestreo durante seis meses de estudio ( $n = 12$ )	68
8c	Comparación de la concentración de $\text{NH}_4$ en los cuatro sitios de muestreo durante seis meses de estudio ( $n = 12$ )	69
8d	Comparación del número de Chironomidae en los cuatro sitios de muestreo durante nueve meses de estudio ( $n = 27$ )	69
9	Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas por sitio de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	70
10	Fluctuaciones en la abundancia (No individuos) de larvas de Chironomidae, por sitio de muestreo y por mes de colecta	70
11a	Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas durante la estación	

	lluviosa (septiembre, octubre, noviembre 1999)	71
11b	Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas durante la estación seca (enero 01, enero 02, febrero, marzo, abril 2000)	71
12a	Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	72
12b	Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante la estación lluviosa (septiembre, octubre, noviembre 1999)	72
12c	Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante la estación seca (enero 01, enero 02, febrero, marzo, abril 2000)	72
13a	Densidad (No de ind /g) de larvas de Chironomidae en Quebrada Ancha, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	73
13b	Densidad (No de ind /g) de larvas de Chironomidae en Quebrada Limón, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	73
13c	Densidad (No de ind /g) de larvas de Chironomidae en el río Chilibrillo, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	74
13d	Densidad (No de ind /g) de larvas de Chironomidae en el río Chilibre, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	74
14a	Distribución del número de larvas del género <i>Polypedilum</i> , por sitio de muestreo	75
14b	Distribución del número de larvas del género <i>Endochironomus</i> , por sitio de muestreo	75
14c	Distribución del número de larvas del género <i>Micropsectra</i> , por sitio de muestreo	75

15	Patrón de distribución temporal de los tres géneros más abundantes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	76
16	Dendrograma que resulta del Análisis Jerárquico Aglomerativo (Cluster), utilizando los géneros de la familia Chironomidae identificados durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000)	76
17	Gráfica del Análisis de Correspondencia	77

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto	Descripción	Pag
1	Detalle de una larva de Chironomidae	79
2	Vista general de la estación No 1, Quebrada Ancha (31/3/00), obsérvese la paja canalera en las orillas	79
3	Vista general de la estación No 2, Quebrada Limón (31/1/00), obsérvese el sustrato gravoso con piedras intercaladas que aumentan la capacidad de retención del sistema	80
4	Vista general de la estación No 3, río Chilibrillo (26/5/00), obsérvese el cauce mucho más ancho que el de las estaciones anteriores	80
5	Vista general de la estación No 4, río Chilibre (26/5/00)	81
6	Detalle de la acumulación de basura en la estación del río Chilibre durante la estación seca (31/1/00)	82
7	Colecta manual de hojarasca, obsérvese la muestra en la bolsa de plástico (26/5/00)	82
8	Medición del ancho del cauce en Quebrada Ancha (28/4/00)	83
9	Medición de la profundidad en la Quebrada Limón (28/4/00)	83
10	Medición del ancho del cauce en el río Chilibrillo (31/1/00)	84
11	Medición del ancho del cauce en el río Chilibre (31/1/00)	84
12	Medición de la velocidad del cauce en Quebrada Ancha (28/4/00)	85

## Resumen

El estudio se desarrolló en cuatro corrientes contrastantes a saber Quebrada Ancha y Quebrada Limón (San Juan, Colón), Chilibrillo y Chilibre (Chilibre, Panamá) en el punto donde cruzan la Carretera Transisthmica, para describir la comunidad de Chironomidae asociada a paquetes de hojarasca y relacionar variables físico-químicas y biológicas. Se estableció una estación de 25m de longitud, se hicieron mediciones de variables físicas (ancho, profundidad, velocidad, temperatura), se tomaron muestras de agua (2) y hojarasca (3) en cada sitio, mensualmente, durante el período septiembre 1999 - mayo de 2000. Se utilizó estadística descriptiva y procedimientos multivariados para analizar los datos. Quebrada Ancha se caracterizó por la segunda mayor dureza, Quebrada Limón por la mayor concentración de Amonio, Chilibrillo por la mayor biomasa vegetal y Chilibre por la mayor concentración de Fosfato. En las muestras de hojarasca se colectaron 18,337 individuos de la familia Chironomidae, colectándose el mayor número en Chilibre seguido de Qbda Limón, Chilibrillo y Qbda Ancha. Los quironómidos fueron más abundantes durante la estación seca, tanto en número como en densidad (No ind /g) y la subfamilia mejor representada fue Chironominae seguida de Orthocladinae y Tanytopodinae. Se identificaron 33 géneros, predominando *Polypedilum*, *Endochironomus* y *Micropsectra*. Este último sólo se colectó en el período seco (enero-abril). No se estimó correlación entre la abundancia de quironómidos biomasa y factores físico-químicos. Aunque, Qbda Ancha presentó un número significativamente menor de larvas. La similitud taxocenótica fue mayor entre Chilibrillo y Chilibre y entre este grupo y Qbda, Limón. Qbda Ancha resultó más diferente en términos de géneros de Chironomidae. Tres componentes principales explicaron el 65.86% de la variabilidad de los datos y se revelaron tres Asociaciones Biológicas Potencialmente Indicadoras (APIs).

## Abstract

The study was developed in four contrasting streams as follows Quebrada Ancha and Quebrada Limón (San Juan, Colón), Chilibrillo and Chilibre (Chilibre, Panamá) where they crossed the Transisthmian Highway, to describe the Chironomidae community associated with leaf packs and to relate physico-chemical and biological variables. A 25m long station was established, where physical measurements (width, depth, velocity, temperature), two samples of water, and three leaf packs were taken in each stream, monthly, during the period september 1999-may 2000. Descriptive statistics and multivariate procedures were used to analyze the data. Quebrada Ancha was characterized by the second highest hardness, Quebrada Limón by the highest Ammonium concentration, Chilibrillo by the highest biomass weight and Chilibre by the highest Phosphate concentration. A number of 18,337 individuals of Chironomidae, were collected, being the highest number estimated at Chilibre following by Quebrada Limón, Chilibrillo and Quebrada Ancha. Chironomidae was more abundant and presented more density (No ind /g) during the dry season (january-april). Thirty three (33) genera were identified of which *Polypedilum*, *Endochironomus* and *Micropsectra* were the most abundant, being the last one just present during the dry season. There was not correlation among quironomids numbers biomass and physico-chemical variables, though Quebrada Ancha presented significantly low numbers of larvae. Taxocenotic similarity was more evident between Chilibrillo and Chilibre, and between Quebrada Limón and the previous group. Quebrada Ancha resulted more different than the other streams in terms of quironomids genera. Three Principal Components explained 65.86% of data variability, and three Potential Indicator Associations (APIs) were revealed by the Correspondence Analysis.

## INTRODUCCIÓN

### 1. Generalidades de la familia Chironomidae.

Las larvas de quironómidos, gusanos rojos o de sangre (Foto 1), resultan muy comunes para los estudiosos de las aguas dulces pues este grupo incluye especies en habitats muy diversos (Edward, 1986, Pinder, 1986) De acuerdo con De La Rosa (1997) en el Neotrópico pueden existir de 1500 a 2000 especies de quironómidos, aunque actualmente se han descrito 400 especies de la región Neotropical

Los quironómidos cada día adquieren mayor importancia porque desempeñan un papel preponderante en la determinación de eutrofia en los lagos (Saether, 1979), la producción secundaria de los ambientes acuáticos (Benke et al , 1984, Berg, 1992, 1995) y como fuente de alimento de salmones de arroyo (Elliott, 1967) Además, ellos son utilizados para detectar contaminación por cadmio (Yamamura et al, 1983), cobre (Aziz et al , 1991), plomo (Michailova y Belcheva, 1990) e incluso para determinar el efecto de aplicación de herbicidas en aguas corrientosas (Wallace et al , 1991) Recientemente, Brown et al , 1997 y Aguila (1998) demostraron su utilidad en la discriminación de corrientes intermitentes que habían sido afectadas por diferentes prácticas forestales Por otro lado, Watts y Pascoe (2000) han utilizado especies de *Chironomus* para pruebas de toxicidad en el agua

Goetghebuer (1914) fue el primero en presentar una evaluación sobre las relaciones entre las sub familias de Chironomidae, considerando en ese entonces sólo las subfamilias Tanypodinae y Chironominae (Diamesinae, Prodiamesinae, Orthocladinae,

Chironominae) Edwards (1929) separó las subfamilias Diamesinae y Clunioninae de Orthocladinae, aunque Brundin (1956) las consideró como tribus de Orthocladinae. Brundin (1966) presentó las filogenias de Podonominae, Aphroteninae y Diamesinae, utilizando la argumentación típica de Henning. El mantuvo los Tanypodinae como el grupo hermano apomórfico de la pareja de subfamilias Podonominae y Aphroteninae. Saether (1977) realizó el primer esquema filogenético completo de todas las subfamilias reconocidas en ese entonces. Este esquema se basó en 41 caracteres organizados en 14 tendencias. Diez y siete (17) caracteres provenían de la genitalia de la hembra, doce (12) imaginales, cuatro (4) de la pupa y ocho (8) larvales. La subfamilia Telmatogetoninae fue clasificada como el grupo hermano de las demás subfamilias, las cuales podían ser subdivididas en dos grupos, uno que incluía a Tanypodinae + Aphroteninae + Podonominae y otro que consideraba a Diamesinae + Prodiamesinae + Orthocladinae + Chironominae (Fig 1a). Por otro lado, Saether (1983) le dio a los dos grupos el rango de 'semifamilias' Tanypodinae y Chironominae. Brundin (1983) y Andersen y Saether (1994) continuaron adicionando nuevas subfamilias de acuerdo con las nuevas especies descritas en Chile. Posteriormente, Saether (2000) analizó cladísticamente la filogenia de las subfamilias de Chironomidae utilizando programas de parsimonia (PAUP 3.11, Swofford, 1993) obteniendo el esquema que se observa en la Fig 1b.

Los quironómidos se presentan a menudo en densidades mayores de 50,000 ind / m<sup>2</sup> (Coffman y Ferrington, 1984 en Berg y Hellenthal, 1992) y en un solo hábitat se han llegado a determinar cerca de 100 especies (Boerger, 1981). A pesar de su abundancia numérica, la falta de datos diversos han incidido en una escasez de información relacionada con la historia de vida de este grupo (Ward y Cummins, 1978), el índice de

desarrollo (Benke et al , 1984) y su papel en el flujo de energía en los arroyos (Coffman et al , 1971, Smock et al , 1985) Aunque, Wolf et al , (1988) en su estudio de diferentes pisos altitudinales del Departamento de Antioquia observaron que la familia Chironomidae presentó emergencia durante todo el año de estudio, mencionando que la temperatura y la precipitación pudieron ser los factores que más inciden en la época de emergencia de los insectos acuáticos La mayoría de los estudios en norteamérica se han basado en la emergencia de los adultos de Chironomidae (Boerger, 1981) o colecciones de la exuvia de la pupa (Coffman, 1973) En los últimos años ha crecido el interés en el comportamiento alimenticio de las larvas y en los factores que determinan su abundancia, así como la disponibilidad de claves taxonómicas (Wiederholm, 1983, 1989, Merritt y Cummins, 1996)

## 2 Clasificación ecológica de la familia Chironomidae

Para la clasificación ecológica de los quironómidos y otros insectos acuáticos es necesario tomar en consideración los modos de alimentación basado en los grupos funcionales (Cummins, 1973) El comportamiento alimenticio examinado desde una perspectiva de grupo funcional permite generalizaciones taxonómicas y ecológicas (Anderson y Sedell, 1979) De acuerdo con este enfoque, los quironómidos pueden agruparse en colectores-acumuladores, colectores-filtradores, rascadores, masticadores picadores, tragadores de la presa completa y perforadores, aunque la mayoría no se restringe a un solo modo de alimentación Una variedad de factores tales como tamaño larval, calidad del alimento y tipo de sustrato pueden influir en el comportamiento

alimenticio (Armitage, 1968) Este último factor es determinante pues se sabe que su organización espacial puede ser definida a manera de parches sobre el sedimento (Schmid, 1993) Las dietas pueden cambiar cuando madura la larva o debido a los cambios estacionales en la disponibilidad de alimentos y se puede considerar que ingieren cinco categorías de alimentos a saber, algas, detritos y microorganismos asociados, macrófitos, resinas leñosas e invertebrados

Las comunidades de quironómidos son típicas para cada ambiente, resultando grupos muy diferenciados para lagos, aguas salobres, marinas y termales, quebradas intermitentes e inclusive para fitotelmata En arroyos de origen glacial (kryon) dominan grupos muy particulares como el género *Diamesa*, pero cuando aumenta la temperatura (2-3°C) la comunidad se torna más diversa incluyendo especies de los géneros *Eukiefferiella* y *Tvetenia* En las quebradas de cabecera (rhithron) predominan los Orthocladinae y pocos Diamesinae, considerados como grupos estenotermos en temperaturas frías y adaptados a aguas muy oxigenadas En las partes bajas de los ríos (potamon) dominan los Chironominae, principalmente aquellas especies que están adaptadas para vivir en sedimentos finos con temperaturas más cálidas y con concentraciones de oxígeno relativamente bajas Los representantes de los Orthocladinae pueden aparecer en estos ambientes asociados a rápidos o vegetación acuática En ambientes lénticos (lagos), también, hay comunidades muy diferenciadas, encontrándose Orthocladinae y Chironominae en las zonas litoral y profunda, respectivamente (Pinder en Armitage, 1995)

Esta plasticidad de los quironómidos va muy vinculada a los diversos hábitos alimenticios que han desarrollado a través de su evolución, los cuales pueden variar a nivel de subfamilia, tribu, género y aun en especies (Berg, 1995)

### 3 Importancia del estudio de la familia Chironomidae en aguas dulces

Los quironómidos han evolucionado de tal forma que desempeñan un papel sustancial en la biología de las aguas dulces. Se conoce un gran número de especies, aunque su mayor contribución en la dinámica de las aguas dulces se hace a través del género *Chironomus*. El color de las larvas procede de la hemoglobina disuelta en la hemolinfa, cuya concentración es proporcional al déficit local de oxígeno. Las larvas de *Polypedilum* resisten la desecación y otras condiciones rigurosas, pero la mayoría de las especies no son tan resistentes (Margalef, 1983). Los *Rheotanytarsus* de aguas corrientes, con su secreción sedosa bucal, construyen estructuras de forma más definida y más persistente, han sido clasificados como alimentadores de filtro y generalmente se encuentran en la superficie de las rocas (Margalef, 1983, McAuliffe, 1984). Los *Eucricotopus* que se encuentran sobre la planta acuática *Potamogeton* viven en galerías abiertas en el parénquima de las hojas, entre las dos cutículas, y los movimientos ondulantes de su cuerpo hacen circular el agua. Los *Parachironomus*, que viven en la cavidad paleal de los pulmonados son carnívoros y roen el manto y el pie del molusco, se consideran que presentan especificidad y que esta no es inocua (Margalef, 1983)

Por otro lado, las especies de *Micropsectra* han sido correlacionadas positivamente con mejoramiento en las condiciones ambientales en gran escala en estudios

paleolimnológicos de lagos noruegos. Esto podría explicarse por la presencia de mayor cobertura boscosa y aumento de detrito orgánico, debido a medidas de mitigación. También se menciona que estas especies de *Micropsectra* son estenotérmicas al frío, son características de depósitos fangosos y se alimentan de fino detrito orgánico (Torbjorn y Willassen, 1993). Otros autores mencionan que un aumento severo en las condiciones de eutroficación se reflejan por un aumento de los géneros *Chironomus*, *Corynoneura*, *Dicrotendipes*, *Microtendipes*, *Polypedilum* y *Psectrocladius* (Armitage, et al , 1995).

#### 4 Patrones de distribución de la familia Chironomidae.

En general, los factores que determinan los patrones de distribución de los quironómidos son la temperatura y el régimen de flujo que en gran medida controlan la disponibilidad de alimento y sustrato. La importancia del sustrato y alimento está claramente correlacionada con las proporciones de Orthocladinae vs Chironomini. Este último grupo es reconocido como colector de acumulaciones de detrito y algas (comedor de sustrato y filtrador), mientras que los Orthocladinae a menudo son clasificados como raspadores de perifiton (Armitage, et al , 1995). Sin embargo, es conocido que una gran variedad de factores tales como perturbaciones físicas, competencia intraespecífica y depredación pueden incidir en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, produciendo generalmente diferencias espacio-temporales dentro de los ecosistemas (McAuliffe, 1984, Kohler, 1992). En este sentido, Roldán (1980) encontró que la conductividad mostraba una alta correlación con la precipitación y la contaminación. De tal forma que a mayor conductividad se encontró una menor

diversidad de especies de macroinvertebrados. Además, determinó que los nitratos, fosfatos y turbidez mostraron una alta variación relacionada directamente con la época de lluvia. En general, este investigador observó que en aquellos ecosistemas donde se presentaron menores variaciones físico-químicas existía una mayor diversidad de especies de macroinvertebrados. Machado y Roldán (1981) encontraron que la precipitación fue el factor que determinó la estacionalidad de las comunidades bentónicas en su estudio realizado en el Río Anorí (Antioquia), lo cual es apoyado por Matthias y Moreno (1983) quienes confirmaron que las variaciones en los parámetros físico-químicos detectadas en su estudio del Río Medellín se debieron principalmente a las variaciones en el flujo que presentaba el río en las épocas de lluvia y sequía. Estos últimos autores, relacionaron el índice de diversidad de Shannon con la calidad del agua, basándose en la suposición de que los valores altos de diversidad son propios de aguas limpias (Whilm y Dorris, 1966) y que las aguas contaminadas presentan diversidades bajas de menos de 1, tales como las que propone Webber (1973). Por otro lado, Escobar Nieves (1989) en su estudio en el Río Manzanares (Colombia) relacionó directamente una alta conductividad con los nitratos y fosfatos, haciéndolos dependientes de la precipitación y de la cantidad de suelos desprotegidos (áreas agrícolas) en la cuenca estudiada. Este autor determinó que en el sitio de estudio denominado Vira Vira la subfamilia Chironominae constituyó el 60% de la comunidad de macroinvertebrados lo cual él relaciona con una condición de contaminación entre moderada a alta. Diniz-Filho et al., 1998 observaron que en la estación seca, cuando los niveles de agua bajan, aumenta la heterogeneidad ambiental y que la diversidad local o alpha de la comunidad de insectos acuáticos también aumenta debido a altos niveles de agregación de los

individuos. En cambio, durante la estación lluviosa el continuo aumento en los niveles del agua induce unas condiciones ambientales relativamente más homogéneas. Donoso et al., 2000 en su estudio realizado en el Río Damas (Chile) relacionaron las mayores concentraciones de compuestos fosforados y nitrogenados de naturaleza orgánica con los menores caudales, mayores temperaturas y una intensa actividad industrial lechera y cárnica. Caicedo y Palacio (1998) en su estudio de la Quebrada La Mosca (Antioquia) vincularon la gran abundancia de quironómidos en la estación que presentaba condiciones de mayor contaminación con la tolerancia a la presencia de materia orgánica, alta disponibilidad de alimento y posiblemente reducción de depredadores y competidores naturales. Márques et al. (1999), en su estudio sobre la abundancia de Chironomidae en una cuenca afectada antropogénicamente, determinaron que en los lugares más degradados existía una baja riqueza de géneros de Chironomidae (menos de 5 de los 23 encontrados). Resultados semejantes encontraron Ruse et al. (2000) en los sitios de estudio en el Río Arkansas (Colorado) que estaban química o físicamente perturbados. Consecuentemente, Real et al. (2000), en su estudio de lagos y reservorios en España, determinaron una correlación inversa entre *Chironomus*, la profundidad, temperatura y sulfuros y una correlación directa con la alcalinidad y el nitrógeno orgánico particulado. Considerando la dinámica del agua sabemos que Ruse y Davison (2000) encontraron correlación entre la abundancia de taxa de Chironomidae y la descarga observada en el Río Thames, un río regulado. Además, Rincón y Cressa (2000) determinaron en corrientes intermitentes la presencia de asociaciones de macroinvertebrados típicos de condiciones de poco flujo en donde los Philopotamidae y Chironomidae eran dominantes, observando un gran incremento de éstos después de la

sequía Tomando en consideración la contaminación radioactiva, Williams et al (2001), en su investigación en ambientes acuáticos cercanos a Chernobyl, estimaron una relación lineal y positiva entre la incidencia de deformidades morfológicas en larvas de *Chironomus* y los niveles de radiación, observando que la severidad en las deformidades aumentaba cuanto más cerca del reactor se encontraba el sitio estudiado

En Panamá, los estudios relacionados con insectos acuáticos se han orientado generalmente a hacer listados de familias y / o géneros, una evaluación general de las variaciones estacionales, así como su relación con aguas contaminadas (Urriola y Chang, 1981, Gonzalez et al , 1981, Altamar y García, 1985, Witgreen y Villanero, 1998, Bonilla, 1999, Araúz et al , en prensa, Cornejo, 2001) Estos estudios han considerado al grupo de quironómidos a nivel de familia y siempre han coincidido en que este grupo es uno de los más numerosos en sus colectas, verificándose su dominancia en aguas muy contaminadas (Cornejo, 2001)

## 5 Objetivos Generales y Específicos

Este estudio tuvo como objetivo estudiar la comunidad de Chironomidae asociada a acumulaciones de hojarasca ('leaf packs') en sitios selectos de corrientes de agua que cruzan el eje de la Carretera Transísmica y que hemos considerado como contrastantes en términos físico-químicos, toda vez que existen estudios previos que apoyan esta suposición (Heckadon, 1999) Específicamente pretendimos desarrollar métodos de colecta, procesamiento y análisis de datos para las larvas de esta familia de Insecta Además, se describió la comunidad utilizando los parámetros que comúnmente se utilizan

en este nivel de la jerarquía biológica. Paralelamente describimos las condiciones físico químicas de cada sitio selecto durante los nueve meses de estudio, para así relacionar estos factores con los biológicos. La falta de investigaciones semejantes en Panamá nos motivó a realizar este estudio piloto que nos permitió determinar si las condiciones físico químicas de las quebradas contrastantes también determinaban comunidades o asociaciones de quironómidos contrastantes. Esto último, permitirá a su vez desarrollar otras investigaciones en donde este grupo de insectos acuáticos pueda ser utilizado como agente discriminador o indicador de condiciones físico químicas contrastantes o con diferente calidad en las aguas.

## ÁREA DE ESTUDIO

### Ubicación general.

El estudio se realizó en los ríos Chilibre y Chilibrillo (Corregimiento de Chilibre, Provincia de Panamá) y en las Quebradas Ancha y Limón (Corregimiento de Nuevo San Juan, Colón) desde septiembre de 1999 a mayo de 2000, en el punto en que cruzan la carretera Transistmica, de acuerdo con la accesibilidad a los mismos (Fig 2) Se efectuó una colecta por mes exceptuando el mes de enero en donde se colectó el 7 y el 31 lo cual hemos definido como enero 1 y enero 2 La colecta enero1 correspondía a la del mes de diciembre Las coordenadas para cada sitio resultaron

Quebrada Ancha 09° 15' 18'' N - 79° 39' 40'' O

Quebrada Limón 09° 13' 29'' N - 79° 37' 16'' O

Río Chilibre 09° 09' 28'' N - 79° 37' 16'' O

Río Chilibrillo 09° 10' 33'' N - 79° 36' 58'' O

### Descripción física de las estaciones de muestreo

1 - Quebrada Ancha cauce relativamente angosto (5 00m – 6 00m) y profundo (0 10m – 0 57m), sin llanura de inundación, con fondo arenoso-fangoso en las zonas deposicionales y gravoso en las erosionales Bosque de galería muy alterado, cubriendo el cauce sólo en el límite inferior de la estación, ambas orillas cubiertas por extensos parches de paja canalera (*Saccharum spontaneum*) la cual es regularmente cortada por el hombre En ambas orillas al final de la estación se observan especies mixtas de árboles

frutales y palmas (Foto 2) La estación de 25m de longitud, se ubica río abajo del puente

2 - Quebrada Limón cauce relativamente angosto (2 40m – 3 10m) y poco profundo (0 03m – 0 11m), sin llanura de inundación, con fondo gravoso en la zona erosional que predominaba en la estación de estudio Bosque de galería muy alterado, con la orilla derecha totalmente modificada por el hombre con especies frutales y yuca (*Manihot sculenta*) Orilla izquierda, también modificada con especies mixtas de palmeras mezcladas con árboles frutales entre salientes rocosas (Foto 3) La estación de 25m de longitud se ubica río arriba del puente

3 - Río Chilibrillo cauce relativamente ancho (10 82m – 16 80m) y más profundo (0 14m – 0 50m), con fondo principalmente dominado por roca madre y parches aislados de arena y grava fina Bosque de galería poco intervenido proyectando cobertura sobre el cauce La estación de 25m de longitud se ubica río arriba al puente y a la salida del afluente que proviene de la potabilizadora de Chilibre (Foto 4)

4 - Río Chilibre cauce relativamente ancho (12 0m – 17 50m) de profundidad variable (0 06m – 0 22m), con fondo gravoso y algunos montículos de arena gruesa, con cobertura boscosa densa proveniente de los árboles de la orilla derecha Bosque de galería muy intervenido en la orilla izquierda (paja canalera), y mezcla de árboles frutales en la orilla derecha (Foto 5) La estación se ubica río abajo del puente Se observa gran acumulación de basura en los meses de la estación seca (Foto 6)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Campo.

Se realizaron cinco viajes preliminares a lo largo de quebradas y ríos que cruzan la Transistmica, evaluándose siete corrientes diferentes (Quebrada Ancha I, Quebrada Limón, Río Chilibre, Río Chilibrillo, Agua Buena, IPEL, Quebrada Ancha II) Se realizó un muestreo preliminar de sedimento y hojarasca para determinar cuales de estos sitios podrían aportar más información acerca de quironómidos bentónicos. Luego de revisar las muestras se seleccionaron las Quebradas Ancha, Limón y los ríos Chilibre y Chilibrillo.

En cada sitio seleccionado y caminando por la orilla, se estableció una estación de 25m de longitud para luego coleccionar dos muestras de agua para análisis químico, utilizando botellas de 10 L cada una. Posteriormente, utilizando cinta métrica de plástico, un metro de madera, cronómetro y un termómetro normal se estimaron variables físicas tales como ancho, profundidad, velocidad de la corriente, caudal y temperatura. Paralelamente, se coleccionaron tres muestras de acumulaciones de hojarasca ('leaf pack') que se encontraban dispersas en la estación (Foto 7) las cuales se fijaron con formalina y se llevaron al laboratorio de Insectos Acuáticos del Programa de Maestría en Entomología.

### B. Laboratorio.

- 1 - Análisis del agua el análisis de agua se realizó siguiendo los procedimientos establecidos por la APHA (1989)
- 2 - Hojarasca Las muestras de hojarasca fijadas con formalina en el campo, fueron lavadas con agua del grifo hasta que ésta saliera clara usando un colador con apertura de 500um debajo de ellas. Luego de lavada la muestra, el remanente fue colocado en una bandeja de porcelana blanca para coleccionar manualmente los quironómidos a través de la observación con una lupa de cuello largo, luz fluorescente y aumento de 3 dioptrías. Los quironómidos fueron colocados en frascos de vidrio con su debida etiqueta y alcohol al 70%. Este material fue revisado posteriormente utilizando un estereoscopio Leyca con aumentos de 2x. Se utilizaron las referencias de Merrit y Cummins (1996) y Roldán (1988) para identificar los quironómidos a nivel de género.

### C.- Análisis.

Se utilizó estadística descriptiva para definir tendencias generales de la comunidad de quironómidos. Los índices de Jaccard, Sorenson y Morisita permitieron determinar el porcentaje de similitud de las comunidades de quironómidos. Para determinar parte de la estructura de la comunidad de quironómidos se evaluó la diversidad alfa mediante los índices de Shannon-Weaver ( $H'$ ), Simpson, McIntosh (MCI) y Berger-Parker (B-P). Las variables físico, químicas y biológicas fueron relacionadas utilizando técnicas multivariadas que incluyeron un Análisis de Agrupamiento o Cluster, un Análisis de Componentes Principales y un Análisis Factorial de Correspondencia.

El Análisis de Cluster o Análisis de Conglomerado pertenece a las técnicas multivariadas de clasificación, específicamente de Clasificación Automática Jerárquica (CAJA) Aglomerativa. Este análisis se puede utilizar si se tiene un conjunto de 'individuos' (en nuestro caso ríos) descritos por variables (cualitativas, cuantitativas, o mixtas). El objetivo de este análisis es el de obtener grupos de individuos relacionados en forma de árbol jerárquico, de manera que los grupos de bajo nivel estén contenidos en los grupos de nivel más alto. Para la solución, se aplica un algoritmo de aglomeración de los grupos más parecidos, con base en distancias o disimilitudes calculadas a partir de los datos. El resultado es un árbol jerárquico que muestra los grupos obtenidos.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica multivariada de tipo Factorial en donde se trata de reducir la dimensión del problema encontrando variables sintéticas en las que se proyectan los individuos o las variables. En realidad el objetivo es reducir la dimensión de la tabla para representar a los individuos en un espacio de pocas dimensiones, perdiendo el mínimo de información. Para la solución se obtienen los valores y vectores propios de la matriz de correlación y como resultado tenemos planos principales y círculos de correlación, inercia asociada a cada valor propio e inercia acumulada, calidad de proyección de los individuos (cosenos cuadrados) y calidad de proyección de las variables (correlaciones principales). Se puede utilizar cuando se tiene una tabla con variables cuantitativas observadas sobre individuos.

El Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple (ACM) al igual que el de ACP se trata de una técnica descriptiva y según el espíritu del análisis de datos al puro estilo francés, no se usan leyes de probabilidad ni modelos *a priori*. Se basa en propiedades algebraicas y geométricas para el análisis de tablas de contingencia. Se busca la mejor

representación simultánea en pocas dimensiones de dos juegos de datos que definen una tabla de contingencia y de explicar cuales categorías en las columnas están asociadas con las categorías en las filas. La ventaja de usar un ACM sobre la de utilizar un ACP es que la simetría que juegan las filas y las columnas de la tabla permite una representación simultánea y se evita el efecto de talla puesto que se trabaja sobre los perfiles (histogramas de frecuencia) y no sobre los datos brutos.

## RESULTADOS

### A. Componente fisico-química.

1 - Quebrada Ancha esta quebrada presenta un canal tipo B según Brussock et al (1985), donde se observan zonas de rápidos y pozas bien definidas. El ancho, medido como la extensión del espejo del agua, fluctuó entre 5 00 y 6 00 metros (Foto 8), con una profundidad promedio de 0 465m y una descarga promedio de 0 45 m<sup>3</sup>/seg, con rango de 0 12- 1 57 m<sup>3</sup>/seg (Cuadro 1). No hay llanura de inundación definida. El sustrato fluctúa entre zonas de grava fina (rápidos) y arena-fango (pozas).

Se estimó una correlación positiva y significativa entre la velocidad y la concentración de PO<sub>4</sub> ( $r = 0.47^*$ ), fluctuando esta última entre 0 02-0 45 mg/l. La máxima concentración de PO<sub>4</sub> se estimó en el mes de febrero cuando se observó la menor descarga (Fig 3a, Cuadro 1 y 2). La alcalinidad y la dureza presentaron un patrón más o menos regular. Sólo la dureza evidenció un incremento notorio en el mes de mayo cuando se observó la mayor descarga (Fig 3b, Cuadro 2). En este sitio se estimó la máxima dureza (262mgCO<sub>3</sub>/l). Los sólidos en suspensión fluctuaron entre 0 04-0 06 mg/l sin que se defina algún patrón específico en el período de colecta enero-mayo (Fig 3c, Cuadro 2). Hubo una tendencia de incremento en la biomasa vegetal (hojarasca) colectada, estimándose un promedio de 53 6g y una correlación negativa y significativa entre la descarga y la biomasa ( $r = -0.78^*$ ) Fig 3d y Cuadro 3.

2 - Quebrada Limón el canal también corresponde al tipo B con rápidos y pozas bien definidos, y sin llanura de inundación. El ancho fluctuó entre 2.40 y 3.10m, con una profundidad promedio de 0.08m (Foto 9), una descarga promedio de 0.08 m<sup>3</sup>/seg con rango de 0.0 - 0.19 m<sup>3</sup>/seg (Cuadro 1). El sustrato se caracterizó por presentar grava gruesa con piedras relativamente grandes (12-16cm de longitud) intercaladas. Se determinó una correlación positiva y significativa entre la concentración de NH<sub>4</sub> y la velocidad ( $r = 0.47^*$ ), fluctuando ésta entre 0.07-1.15mg/l con un máximo en el mes de marzo que coincide con la menor descarga (Fig 4a, Cuadro 2). Esta estación presentó el mayor valor de dureza (289.39 mgCO<sub>3</sub>/l) y el mayor valor de NH<sub>4</sub> (0.30mg/l). La dureza presentó una clara tendencia de incremento a medida que disminuía la descarga, sin embargo, la alcalinidad no varió notoriamente, fluctuando entre 53.3-91.7mg/l (Fig 4b, Cuadro 2). Los sólidos en suspensión presentaron su máximo en el mes de marzo cuando a su vez se presentó el máximo de NH<sub>4</sub> (1.15mg/l) y el mínimo de descarga, aunque no se determinó correlación significativa ( $r = -0.58$ ) con esta última variable (Fig 4c, Cuadro 2). La colecta de hojarasca (biomasa vegetal) resultó irregular durante los nueve meses de estudio, presentando su promedio de 73.5g el segundo mayor promedio, sin evidenciarse alguna relación entre la misma y la descarga (Fig 4d, Cuadro 3).

3 - Río Chilibrillo el canal corresponde más a un tipo C que a un tipo B, toda vez que la zona de rápidos y pozas no está definida por lo menos en el sitio de estudio. El ancho fluctuó entre 10.82 y 16.8m (Foto 10) con una profundidad promedio de 0.29m, una descarga promedio de 1.54m<sup>3</sup>/seg con rango de 0.36 - 5.72m<sup>3</sup>/seg, la cual fue la mayor del estudio y con tendencia a disminuir de enero a abril (Fig 5a, Cuadro 1). El sustrato

se caracteriza por amplias zonas de roca madre y arena gruesa dispersa. no hay sustrato fino en nuestra estación. Se observa una corta llanura de inundación en la orilla izquierda, la cual queda expuesta en la estación seca. La concentración de  $\text{NH}_4$  y  $\text{PO}_4$  fue más o menos constante, fluctuando entre 0.08-0.14 y 0.09-0.45 mg/l, respectivamente (Fig 5a, Cuadro 2). La dureza varió entre 169.5-246  $\text{mgCO}_3/\text{l}$  con una ligera tendencia a incrementarse de enero a mayo (Fig 5b, Cuadro 2). La alcalinidad se mantuvo más o menos estable entre 61.3-88.9  $\text{mg/l}$  (Fig 5b, Cuadro 2). Los sólidos en suspensión aumentaron ligeramente en las muestras de los meses de febrero a marzo y nuevamente en mayo cuando se obtuvo el mayor promedio (0.076  $\text{mg/l}$ ) Fig 5c, Cuadro 2. La colecta de biomasa vegetal fue irregular, obteniéndose un promedio 88.9g, el mayor entre los cuatro sitios de estudio (Fig 5d, Cuadro 3).

4 - Río Chilibre el cauce corresponde más a un tipo C (mixto) pues es mucho más ancho y con sustrato gravoso a lo largo de la estación. En esta estación se observó una pequeña llanura de inundación, definida en la orilla izquierda, durante el estudio. El ancho fluctuó entre 12.0 y 17.5m, (Foto 11) con una profundidad promedio de 0.12m, una descarga promedio de 0.77 $\text{m}^3/\text{seg}$ , con rango de 0.08-1.95 $\text{m}^3/\text{seg}$  (Cuadro 1). La concentración de  $\text{NH}_4$  se mantuvo casi constante, presentando un ligero incremento en abril. El mayor promedio de  $\text{PO}_4$  se determinó en febrero, estimándose una correlación negativa y significativa ( $r = -0.82^*$ ) entre esta variable y la descarga (Fig 6a, Cuadro 2). La dureza se incrementó de enero a abril, estimándose una correlación negativa y significativa entre ésta y la descarga ( $r = -0.95^*$ ) Fig No 6b, Cuadro 2. En esta estación también se obtuvo el mayor promedio de sólidos en suspensión (0.882 $\text{mg/l}$ ) Fig 6c,

Cuadro 2 La colecta de hojarasca (biomasa vegetal) presentó una tendencia a aumentar de septiembre a abril, con un promedio de 71 8g, estimándose una correlación negativa no significativa entre esta variable y la descarga ( $r = -0.49$ ) Fig 6d, Cuadro 3)

#### 5 - Comparación de los cuatro sitios

La época de mayor descarga se evidenció en el mes de octubre para la Quebrada Ancha, los ríos Chilibrillo y Chilibre, observándose la menor descarga más o menos estable en Quebrada Limón (Fig 7a y 8a) La estación en el río Chilibre se caracterizó por estimaciones significativamente ( $p = 0.0004^*$ ) mayores de  $PO_4$  (Fig 7b y 8b) y la de Quebrada Limón por las mayores concentraciones de  $NH_4$  (Fig 7c y 8c) La alcalinidad resultó muy irregular aunque entre enero a abril presentó un ascenso en Quebrada Ancha, y los ríos Chilibrillo y Chilibre (Fig 7d) La dureza presentó una tendencia de incremento de enero a marzo en los cuatro sitios (Fig 7e) La estimación más notoria de sólidos en suspensión se registró en la estación del río Chilibre, no observándose fluctuaciones específicas en los otros sitios (Fig 7f) La colecta de hojarasca (biomasa vegetal) fue bastante irregular para los cuatro sitios durante el estudio, aunque los datos de Quebrada Ancha y el río Chilibre evidencian una ligera tendencia de incremento de septiembre de 1999 a mayo de 2000 (Fig 7g), determinándose una correlación negativa y significativa ( $r = -0.78^*$ ) entre la biomasa vegetal y la descarga en Quebrada Ancha

#### **B. Componente Biológico.**

En nuestras estaciones de muestreo se colectaron un total de 18,337 individuos. El mayor número de quironómidos fue obtenido en el río Chilibre (11 008, 59%), seguido de Quebrada Limón (5074, 28%), el río Chilibrillo (1788, 10%) y por último Quebrada Ancha con una cantidad significativamente ( $p = 0.037^*$ ) menor de individuos (Fig 8d y 9, Cuadro 4)

El río Chilibre presentó la mayor abundancia de Chironomidae en el mes de marzo. La Quebrada Limón presentó colectas más similares durante el estudio aunque en enero 01 y abril se evidenció un incremento notorio en el número de larvas. Por otro lado, el río Chilibrillo presentó las mayores captura en enero 02 y abril. Quebrada Ancha, se caracterizó por una colecta relativamente pobre si la comparamos con los otros sitios, sin embargo se observó el mayor número de individuos en febrero y marzo. En general, podemos decir que los quironómidos fueron más abundantes durante la estación seca (Fig 10, Cuadro 4)

Durante la estación lluviosa (septiembre a noviembre de 1999), el mayor porcentaje de larvas se observó en Quebrada Limón (68%), seguida del río Chilibre (13%) y Quebrada Ancha con 11%. En el río Chilibrillo se estimó un porcentaje muy bajo de larvas (8%) (Fig 11a). Mientras que en la estación seca (enero 01 a abril del 2000) se presentó el mayor porcentaje en el río Chilibre (65%) seguido de Quebrada Limón (23%) y, finalmente, el río Chilibrillo y Quebrada Ancha (10% y 2%) (Fig 11b)

En general, durante el estudio, la subfamilia de Chironomidae que presentó el mayor porcentaje de individuos fue la *Chironominae* (79%), seguida de *Tanypodinae* (14%) y *Orthocladinae* (7%) (Fig 12a). Al evaluar la estación lluviosa *Chironominae* presentó el mayor porcentaje (89%), seguida por *Orthocladinae* (8%) y *Tanypodinae* (3%) (Fig

12b) En la estación seca se observó un 79% de *Chironominae*, 15% *Tanypodinae* y 6% de *Orthocladiinae* (Fig 12c)

Al analizar la densidad (No de Individuos / gramo de hojarasca) (Fig 13a-d, Cuadro 5) de la familia Chironomidae por estación y por mes, observamos que para todas las estaciones de muestreo se presentó un aumento en la densidad de larvas entre los meses de enero a abril. Esto es consistente con lo observado al evaluar el número de individuos (Fig 10)

Fueron identificados 33 géneros de la familia Chironomidae. Quebrada Limón y el río Chilibrillo presentaron 28 géneros, el río Chilibre 24 y Quebrada Ancha 18. Los géneros de la subfamilia *Chironominae* fueron los dominantes en Quebrada Limón, en los ríos Chilibrillo y Chilibre, mientras que en Quebrada Ancha predominó *Tanypodinae* (Cuadro 6)

El género más abundante fue *Polypedilum* seguido de *Endochironomus* y *Micropsectra*, todos de la subfamilia *Chironominae*. *Polypedilum* se presentó en mayor cantidad en Quebrada Limón, *Endochironomus* en el río Chilibre y *Micropsectra* en el río Chilibrillo (Fig 14a, b, c, Cuadro 7). Es interesante resaltar que durante la estación lluviosa se presentó *Polypedilum* y *Endochironomus*; mientras que en la estación seca se observó en adición, *Micropsectra*, principalmente en el río Chilibrillo. Fue evidente un aumento notorio de *Polypedilum* y *Endochironomus* también en este periodo del año, principalmente para los ríos Chilibrillo y Chilibre (Cuadro 8 y 9)

En cuanto a las fluctuaciones mensuales de la abundancia de los géneros identificados, observamos que *Polypedilum* resultó relativamente constante con un aumento notorio en el mes de enero. *Endochironomus* se presenta de forma irregular con un aumento de

enero a marzo para luego disminuir. Por otro lado, *Micropsectra* no estuvo presente en las muestras de los primeros cinco meses del estudio, aunque se presentó de febrero a mayo con un aumento notorio en abril (Cuadro 10). Al observarse la Fig. 15 pareciera evidenciarse un reemplazo temporal de dichos géneros.

Los análisis de correlación entre la abundancia de larvas de Chironomidae, biomasa vegetal y las variables físico-químicas no evidenciaron relación alguna.

Los índices de Jaccard, Sorenson y Morisita muestran una similitud de 0,86, 0,92 y 0,87, respectivamente, entre las estaciones de muestreo de los ríos Chilibrillo y Chilibre. El índice de Morisita también evidenció una similitud de 0,87 entre Quebrada Limón y el río Chilibre. Se observa que hay una alta similitud entre estas estaciones de muestreo, excepto con Quebrada Ancha, sin embargo, existe una diferencia en la abundancia de la familia de Chironomidae (Cuadro 11). Los índices de diversidad, en general, nos indican que es Quebrada Limón la de mayor diversidad (Cuadro 12).

El análisis jerárquico, (Fig. 16, Cuadro 13), fue realizado utilizando el método de Ward's (Distancia Euclidiana). El resultado de este análisis nos muestra que las estaciones de los ríos Chilibre y Chilibrillo son más homogéneas en términos taxonómicos. Quebrada Limón presenta mayor semejanza con este par de estaciones, en cambio Quebrada Ancha se encuentra muy separada, lo que sugiere que es la más diferente en términos taxonómicos.

El Análisis de Componentes Principales utilizando las variables físico químicas evidenció que con tres componentes o variables sintéticas se podía explicar un 65,86% de la variabilidad de los datos. La primera componente estaba relacionada con dureza, ancho y descarga, la segunda con la profundidad y el  $PO_4$  y la tercera con la alcalinidad.

De acuerdo con el Análisis de Correspondencia se observan tres Asociaciones Potencialmente Indicadoras o APIs (Aguila y Pardo, 2001), una para Quebrada Limón representada por los géneros *Heleniella*, *Polypedilum*, *Corynoneura*, *Nimbocera*, *Tanytarsus*, *Dicrotendipes*, otra para los ríos Chilibrillo y Chilibre con los géneros *Endochironomus*, *Micropsectra*, *Tribelos*, *Labrundinia*, *Clinotanypus*, y finalmente la asociación típica para la estación en Quebrada Ancha que incluyó los géneros *Larsia* y *Alotanypus*, ambos *Tanypodinae* (Fig 17)

## DISCUSIÓN

En este estudio se evidenciaron diferencias contrastantes que pudieran ser en gran medida el reflejo del área de drenaje y el tipo de uso de las tierras que están vinculadas físicamente con nuestros sitios de estudio. Quebrada Ancha resultó con altos valores de dureza y alcalinidad lo que pudiera estar induciendo mayor conductividad lo cual relaciona Matthias y Moreno, (1983), con mayor contaminación en algunos casos. Estos resultados también estarán vinculados con la precipitación y la cantidad de suelos desprotegidos (Nieves Escobar, 1989) o inclusive con el asentamiento geológico calizo típico del área. La conductividad representa un estimado de la cantidad de iones presentes en el agua por lo tanto tiene gran importancia para los mecanismos de osmorregulación de los organismos y se considera valores normales aquellos entre 10 y 30 ppm. La misma puede incrementarse debido a la deforestación y usos de fertilizantes. Generalmente, en los trópicos se espera una baja conductividad por la supuesta pobreza de nutrientes en los suelos y, además, está relacionada en forma inversa con la diversidad biológica (Machado y Roldán, 1981). Esto último es parcialmente congruente con lo observado en Quebrada Ancha toda vez que allí se evidenció la menor riqueza de géneros de Chironomidae y la segunda menor diversidad ( $H'$ ). Esta quebrada resulta ser la más diferente de las corrientes estudiadas, se podría decir que es un ambiente extremo en donde la determinación de una mayor dureza (262 mgCO<sub>3</sub>/l) permite caracterizarla como de aguas muy duras (Renn, 1968) reflejando la concentración de calcio y magnesio expresado en términos de carbonato de calcio. Estos elementos pueden ser adicionados a las aguas naturales a medida que el agua pasa a través del suelo y la roca que contiene

grandes depósitos minerales de este elemento (Renn, 1968) Aunque es conveniente resaltar que las plantas que se encontraban alrededor de la quebrada presentaban una fina cobertura de un polvo blanquecino que asumimos es producto de la contaminación aérea debido a las actividades relacionadas con la explotación de piedra caliza y producción de cemento típica del área circundante La tendencia de incremento de la biomasa vegetal parece estar determinada por la disminución del caudal permitiendo la acumulación de hojarasca en los últimos meses del estudio ( $r = -0.78^*$ ) Araúz et al en prensa reportaron una correlación positiva entre la biomasa vegetal del río Chico y la diversidad de insectos acuáticos Esto último no se evidenció en nuestro estudio al verificar la relación entre la biomasa vegetal con la abundancia de Chironomidae, mas esto podría explicarse porque al contabilizar todos los grupos de insectos acuáticos hay una gran probabilidad de incluir organismos cortadores picadores que utilizan la hojarasca como alimento, en cambio cuando se consideran los quironómidos estamos incluyendo un grupo que presenta hábitos alimenticios diferentes y presenta una relación menos directa con el sustrato (hojarasca) La relación positiva entre la concentración de  $PO_4$  y la velocidad ( $r = 0.47^*$ ) podría explicarse porque una mayor velocidad del agua implicaría también mayor caudal y posible escorrentía que ayuda en el aporte de esta sustancia

Quebrada Limón cuenta con la cuenca más pequeña de este estudio y la claridad de sus aguas durante los nueve meses de muestreo podría ser indicativo de poca o ninguna intervención inmediata El incremento de la concentración de  $NH_4$ ,  $PO_4$  y sólidos en suspensión en la muestra del mes de marzo podría ser explicado por una disminución en el poder de dilución de la quebrada al disminuir el caudal de la misma Por otro lado, el nitrógeno amoniacal es producto de la actividad microbiológica, a menudo es aceptado

como evidencia química de polución sanitaria y cualquier cambio sorpresivo en la cantidad de  $\text{NH}_4$  en una fuente de agua es motivo de sospecha (Renn, 1970) Cantidades de 0.05 a 0.10 mg/l de amonaco libre es una indicación de contaminación reciente En Quebrada Limón todos los promedios encontrados pasan de este rango, por ende podríamos esperar que los resultados observados en ésta tengan alguna relación con la descarga de aguas servidas Esto último podría estar influenciado por descargas de líquidos provenientes de la vivienda que se encuentra a la orilla de la quebrada El amonia también puede ser adicionado al agua por fuentes diferentes a desechos domésticos tales como corrales de ganado, campos fertilizados y desechos de procesos industriales De allí que sea importante hacer observaciones de campo de todos los contribuyentes posibles de nitrógeno (Renn, 1970) La tendencia relativa de incremento en la dureza a medida que avanzaba el estudio, también podría ser explicado por disminución del factor de dilución Además la presencia en esta quebrada de la máxima dureza (356.2  $\text{mgCO}_3/\text{l}$ ) nos hace apropiado clasificarla como de aguas muy duras (Renn, 1968) De más está resaltar que lo encontrado en Quebrada Limón sobrepasa críticamente los estándares para el agua potable los cuales marcan límites de 200mg/l para el calcio y 150mg/l para el magnesio

Los datos obtenidos en la estación del río Chilibrillo representan un ambiente diferente a los considerados anteriormente Sus orillas con un bosque de galería más desarrollado y menos afectado pudieran ser la explicación de la mayor fuente de biomasa vegetal que se acumuló a pesar de que se presentó aquí el mayor promedio de descarga En este caso sería conveniente considerar factores combinados tales como el uso de la tierra y cantidad de suelos degradados que podrían inducir mayores descargas en los

meses de septiembre a enero 02, aunado al hecho de que la cuenca vinculada a este sitio es mucho mayor y más compleja (dendrítica) con el 75% de su área caracterizado como matorral y potrero (PMCC, 1999) La poca fluctuación de las concentraciones de  $\text{NH}_4$  pareciera indicar que la presencia de esta sustancia en el agua se debiera principalmente a procesos naturales del sistema y no a aportes externos A este respecto, el PMCC (1999) menciona que durante el periodo seco de su estudio, se registraron las mayores concentraciones de nutrientes de nitrógeno y coloca al río Chilibrillo en último lugar en su lista de concentración decreciente Por otro lado, el ligero incremento en los  $\text{PO}_4$  cuando se da la mínima descarga pudiera ser también el resultado del menor poder de dilución en dicho sitio para esa fecha El río Chilibrillo, que se encuentra en el mismo asentamiento geológico del río Chilibre, no presentó en nuestras muestras un incremento tan notorio de fosfatos lo que contrasta con los resultados encontrados por el PMCC (1999) De acuerdo con PMCC (1999) este es uno de los ríos con un potencial grande de contaminación debido a los centros agropecuarios y urbanos (20% del área) que existen en su cuenca

Al igual que el río Chilibrillo, la estación en el río Chilibre podría estar afectada por fenómenos que se presentan a lo largo de una cuenca dendrítica y mucho más compleja, toda vez que presenta un 64% de su área caracterizada como matorrales y potreros Además, se ha reportado el establecimiento de centros industriales y comerciales, granjas avícolas, porcinas, y una gran cantidad de urbanizaciones (30% del área) que vierten sus residuos en el río (PMCC, 1999)

En este caso, el notorio aumento de los fosfatos entre enero y abril podría ser indicativo de que un factor externo, llámese uso de la tierra o suelos degradados pudiera

estar incidiendo en dichas concentraciones. La disminución de la descarga, obviamente también por efecto del factor de dilución, pudiera ser la explicación de esta gran diferencia química en la estación del río Chilibre, estimándose una correlación negativa significativa entre fosfatos y descarga ( $r = -0.82^*$ ). Esta característica diferencial del río Chilibre, también, fue detectada por el PMCC (1999) el cual menciona que la mayor concentración de fosfato, durante el período lluvioso se registró en las subcuencas del Chilibre y Ciri Grande. Generalmente, el fósforo se deriva de rocas fosfáticas y de la descomposición de la materia orgánica (Machado y Roldán, 1981), pero en este caso podríamos pensar que la causa de esta concentración notoria de fosfato en el río Chilibre pudiera estar más relacionada con el uso de la tierra. Las concentraciones de fosfato encontradas en las muestras de la estación del río Chilibre sobrepasan en gran medida las 0.1 ppm que generalmente se encuentran en aguas naturales (Renn, 1970).

La presencia de quironómidos en grandes cantidades ha sido reportado en variados estudios (Coffman y Ferrington, 1984 en Berg y Hellenthal, 1992, Pringle y Ramírez, 1998). La mayoría de las veces esto ha sido relacionado con aguas contaminadas por materia orgánica, deficiencia de oxígeno (Matthias y Moreno, 1983, Escobar Nieves, 1989, Caicedo y Palacios, 1998) y zonas afectadas por el corte total de la vegetación (Brown et al., 1997). De acuerdo con Armitage et al. (1995), la temperatura y el régimen de flujo controlan en gran medida los patrones de distribución de los quironómidos porque determinan la disponibilidad de alimento y sustrato. En nuestro caso, la fluctuación de la temperatura fue mínima, por lo tanto no consideramos que éste sea el factor más importante para la distribución de dichos organismos. Por otro lado, la descarga pareciera tener una mayor influencia en la abundancia de estas larvas, toda vez

que en los meses de menor descarga se observó un aumento notorio de las mismas. Con relación a esto, concordamos con lo reportado por Gordon et al., 1992 quienes sostienen que la fluctuación anual de la comunidad de quironómidos va a estar determinada principalmente por los efectos de las lluvias, sobre todo por los cambios en la velocidad y profundidad de la corriente, los cuales son afectados por otras variables como el tipo de tierra y vegetación. El gran aumento en número de los quironómidos para la estación seca, que se caracteriza por una menor descarga, es un fenómeno que ha sido reportado también en variadas ocasiones para insectos acuáticos en general (Araúz, 1995, Araúz et al., en prensa). Aunque en nuestro estudio no se estimó correlación alguna entre la abundancia de este grupo y los factores físico-químicos, fue evidente que en la estación seca hubo cambio en el hábitat, el cual se hizo más estable con mayor acumulación de hojarasca, lo cual coincidió con el aumento en número de estas larvas. Pudiera ser incluso, que otros factores como la cantidad de materia orgánica en suspensión, déficit de oxígeno y ciclo de vida contribuyan paralelamente con los cambios observados.

Las comparaciones de este estudio con otros similares se hace difícil toda vez que la mayoría de los estudios realizados han utilizado diferente arte de muestreo (Surber, Red tipo 'D', muestreador de fondo al vacío), aunque es ampliamente aceptado que si los factores físico-químicos varían, también lo hará la comunidad biótica.

La mayor cantidad de sólidos en suspensión estimadas en las muestras de la estación del río Chilibre podrían darnos una indicación de que exista algún vínculo entre esta variable y el número de quironómidos, toda vez que la mayoría de ellos se alimentan de partículas en suspensión y son clasificados como colectores-recolectores (Cummins, 1973). Las colectas poco numerosas en Quebrada Ancha se podrían justificar en

términos de que éste es un ambiente extremo con máxima dureza y dinámica regulada, en donde la presencia de algunos grupos de *Tanypodinae* podría ser indicativo de grupos muy tolerantes a estas condiciones. Con relación a esto, Roldán (1980) relacionó inversamente la diversidad de macroinvertebrados acuáticos con la conductividad, información que podría servirnos para entender un poco lo observado en Quebrada Ancha. Similarmente, Márques et al., 1999 y Ruse et al. (2000), determinaron una baja riqueza de géneros de Chironomidae en los lugares más degradados de sus estudios.

La dominancia de *Chironominae* en nuestras colectas podría estar relacionada con la preferencia de aguas cálidas por este grupo, característica que ha sido ampliamente resaltada por Armitage et al. (1995). Al respecto, este investigador menciona que *Chironominae* y *Tanypodinae* generalmente son comunes en hábitats lénticos y de aguas cálidas, encontrándose *Orthocladinae* principalmente en hábitats lóticos de agua fría. Por otro lado, Brown et al., 1997 y Aguila (1998) en estudios realizados en Arkansas, encontraron que esta subfamilia dominaba en aquellas corrientes estresadas por prácticas forestales selectas.

Las subfamilias *Chironominae*, *Orthocladinae* y *Tanypodinae* presentan un gran número de especies en las zonas templadas, más no conocemos algún estudio que nos ilustre sobre la variabilidad de géneros de Chironomidae en Panamá. Más sin embargo observamos que a pesar de que la riqueza de especies en nuestros sitios de estudio no fue muy diferente, la diversidad sí lo fue. La gran abundancia del género *Polypedilum* podría explicarse en términos de su gran tolerancia a condiciones rigurosas (Margalef, 1983) como las que se evidencian en las áreas estudiadas que han sido caracterizadas como fuertemente afectadas por actividades del hombre. Además, Armitage et al. (1995),

menciona que un aumento severo de eutroficación coincide con un aumento de este género. Aunque no podemos explicar el por qué de las fluctuaciones de los tres géneros más abundantes a través del tiempo, es evidente la tendencia de *Micropsectra* a ser más abundante en el período marzo - abril, cuando los otros dos géneros disminuyen. Esto podría estar relacionado también con el ciclo biológico de cada género, aunque Torbjorn y Willassen (1993) relacionan su abundancia en lagos con el aumento de detrito orgánico. Los resultados del Análisis Jerárquico (Cluster) sustentan que Quebrada Ancha presenta una taxocenosis diferente, la cual ya hemos relacionado con condiciones físico químicas diferentes, aunque no excluimos la posibilidad de que factores biológicos como la depredación y competencia estén también involucrados. De igual forma, el Análisis de Correspondencia explica con más detalles el por qué Quebrada Ancha resulta contrastantemente diferente a los otros tres sitios, pareciera ser que la presencia de *Larsia* y *Alotanypus* (*Tanypodinae*) fueran piezas clave en la discriminación de este ambiente.

Es ampliamente conocido que la estructura de la comunidad de quironómidos va a depender del tipo de hábitat y de la plasticidad, vinculada a los diversos hábitos alimenticios desarrollados a través de su evolución (Armitage et al , 1995). Con nuestros datos se comprueba que ante diferencias físico-químicas se presentan también diferencias en términos de comunidad y se pudieron definir tres Asociaciones Potencialmente Indicadoras, APIs (Aguila y Pardo, 2001) lo cual permitirá establecer nuevas líneas de investigación relacionadas con la utilidad de este grupo y la calidad del agua. Esto está sustentado en el hecho de que los diferentes grados de tolerancia y sensibilidad que presenta este grupo hace que sea considerado excelente indicador en estudios de vigilancia y tipificación de los hábitats acuáticos.

## CONCLUSIONES

- 1 Las mayores concentraciones de  $\text{NH}_4$  y  $\text{PO}_4$  se obtuvieron en Quebrada Limón y el río Chilibre, respectivamente. Estimándose una correlación positiva significativa ( $r = 0.47^*$ ,  $r = 0.47^*$ ) entre la velocidad y la concentración de  $\text{NH}_4$  y  $\text{PO}_4$  en las Quebradas Limón y Ancha, respectivamente.
- 2 El mayor grado de dureza y alcalinidad se registró en Quebrada Limón y el río Chilibrillo, respectivamente. Estimándose una correlación negativa significativa ( $r = -0.95^*$ ) entre la dureza y descarga en el río Chilibre.
- 3 La mayor descarga se registró en el río Chilibrillo. Estimándose una correlación negativa significativa ( $r = -0.82^*$ ) entre la descarga y el  $\text{PO}_4$  en el río Chilibre.
- 4 Se estimó la mayor biomasa en el río Chilibrillo y una correlación negativa significativa ( $r = -0.78^*$ ) entre biomasa y descarga en Quebrada Ancha.
- 5 Se colectó un total de 18,337 larvas de Chironomidae, el mayor número en el río Chilibre, seguido de Quebrada Limón, el río Chilibrillo y Quebrada Ancha.
- 6 La mayor riqueza de taxa se obtuvo en Quebrada Limón y el río Chilibrillo y la mayor diversidad en Quebrada Limón y el río Chilibre.
- 7 La mayor densidad de larvas se obtuvo en la estación seca.
- 8 La subfamilia dominante fue la *Chironominae*.

9. Los tres géneros más representados fueron *Polypedilium*, *Endochironomus* y *Micropsectra*.
10. El Análisis Jerárquico muestra que los ríos Chilibre y Chilibrillo son más homogéneas en términos taxonómicos y Quebrada Ancha es la más diferente de los sitios estudiados.
11. El Análisis de Componentes Principales reveló que con tres variables sintéticas se explicaba el 65.86% de la variabilidad de los datos, relacionándose la primera componente con la dureza, ancho y descarga.
12. El Análisis de Correspondencia revela tres Asociaciones Potencialmente Indicadoras (APIs) que corresponden a tres comunidades contrastantes.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios más detallados que permitan conocer la dinámica de las comunidades de la familia Chironomidae y poder reconocer como afectan los diferentes parámetros físico - químico la estructura de esta comunidad
- Establecer proyectos de monitoreo y protección para evitar la pérdida de los ecosistemas acuáticos

## BIBLIOGRAFÍA

Aguila, Y 1998 Effects of forestry practices on stream ecosystems Tesis Doctoral, Universidad de Arkansas, U S A , 124 pp

Aguila, Y & J Pardo 2001 Utilización de larvas de quironómidos (Diptera Chironomidae) en la caracterización de aguas superficiales con diferente grado de contaminación APANAC, 15-17 de noviembre, Hotel Holiday Inn, Panamá

Altamar, E & V García 1985 Cría en laboratorio, estudio de la ecología y del ciclo de vida del Orden Ephemeroptera (Insecta) en el Río La Puente, Panamá Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 89 pp

Andersen, T & O A Saether 1994 *Usumbaromyia nigrata* gen N, sp n and Usumbaromyiinae, a new subfamily among the Chironomidae (Diptera) Aquatic Insects, 16 21 - 29

Anderson, NH & JR Sedell 1979 Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems Ann Rev Entomol , 24 351 - 377

APHA-AWWA-WPCF 1989 Standart methods for the examination of water, and wastewater Washington D C American Public Heart Association Ed 17

Araúz, B E 1995 Abundancia y distribución de macroinvertebrados acuáticos en el Río Chico, Provincia de Chirquí, República de Panamá Tesis de Licenciatura Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 112 pp

Araúz, B , R Amores, & E Medianero en prensa Diversidad y distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del Río Chico (Provincia de Chiriquí, República de Panamá) SCIENTIA

Armitage, P D 1968 Some notes on the food of Chironomid larvae of a shallow woodland lake in South Finland Ann Zool Fenn 5 6 - 13

Armitage, P D , P S Cranston & L C V Pinder 1995 The Chironomidae Biology of non-biting midges Chapman & Hall, London-New York

Aziz, J B , N M Akrawi & G A Nassori 1991 The effect of chronic toxicity of copper on the activity of Balbiani rings and nucleolar organizing region in the salivary gland chromosomes of *Chironomus ninevah* larvae Environ Pollut , 69 125 - 130

Benke, A C , T C Van Arsdall, Jr , D M Gillespie & F K Parrish 1984 Invertebrate productivity in a subtropical blackwater river the importance of habitat and life history Ecol Monogr 54 25 - 63

Berg, M B & R A Hellenthal 1992 The role of Chironomidae in energy flow of a lotic ecosystem Neth J Aquat Ecol 26 471 - 476

Berg, M 1995 Larval food and feeding behaviour Chapter 7 Pags 136 - 168, En P D Armitage, P S Cranston & L C V Pinder (eds ) The Chironomidae Biology and ecology of non-biting midges Chapman & Hall

Boerger, H 1981 Species composition, abundance and emergence phenology of midges (Diptera Chironomidae) in a brown-water stream of West-Central Alberta, Canada Hydrobiologia, 80: 7 - 30

Bonilla, E 1999 Estudio taxonómico de la comunidad de insectos acuáticos en los corrales, distrito cabecera de San Francisco, Prov de Veraguas Tesis de Licenciatura, Universidad de Panamá, 63 pp

Brown, A , Y Aguila & K Brown 1997 Responses of benthic macroinvertebrates in small intermittent streams to silvicultural practices Hydrobiologia 347 119 - 125

Brundin, L 1956 Zur Systematik der Orthocladinae (Dipt Chironomidae) Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Report, 30 1 - 915

Brundin, L 1966 Transantartic relationships and their significance, as evidenced by chironomid midges with a monograph of the subfamilies Podonominae and Aphroteniinae and the Austral Heptagylae K Sven Vetenskapsakad Handl , 11 (1) 7 - 472

Brundin, L 1983 *Chilenomyia paradoxa* gen n , sp n and Chilenomyiinae, a new subfamily among the Chironomidae (Diptera) Entomologica Scandinavia, 14 33 - 45

Brundin y Saether 1978 *Buchonomyia burmanica* sp n and Buchonomyiinae, a new subfamily among the Chironomidae (Diptera) Zoologica Scripta, 7 269 - 275.

Brussock, P P , A V Brown & J C Dixon 1985 Channel form and stream ecosystem models Water Resour Bull , 21 (5) 859 - 866

Caicedo, O & J Palacio 1998 Los macroinvertebrados bénticos y la contaminación orgánica en la Quebrada La Mosca (Guarne, Antioquia, Colombia) Actual Biol 20 (69) 61 - 73

Coffman, W P , K W Cummins & J C Wuycheck 1971 Energy flow in a woodland stream ecosystem I Tissue support trophic structure of the autumnal community Arch Hydrobiol , 68 232 - 276

Coffman, W P 1973 Energy flow in a woodland stream ecosystem II The taxonomic composition and phenology of the Chironomidae as determined by the collection of pupal exuviae Arch Hydrobiol 71 281 - 322

Cornejo, A 2001 Estructura de la Comunidad de Insectos Acuáticos en la Cuenca del Río Coco Solo y su relación con la población urbana Tesis de Licenciatura Universidad de Panamá

Cummins, K W 1973 Trophic relations of aquatic insects Ann Rev Ent 18 183 - 206

De La Rosa, C 1997 Chironomidae En Solís, A (ed) Las familias de insectos de Costa Rica INBio <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto197.html>

Diniz-Filho, J A F , L G Oliveira & M M Silva 1998 Explaining the beta diversity of aquatic insects in 'Cerrado' streams from Central Brazil using Multiple Mantel Test Rev Brasil Biol , 58 (2) 223 - 231

Donoso, T G , J D Nuñez & J G Barra 2000 Calidad fisico-química del agua del Río Damas, Osorno, Chile Medio Ambiente, 13 (2) 97 - 119

Edward, D H D 1986 Chironomidae (Diptera) of Australia Pag 159 - 73 En Limnology in Australia, P De Deckker y W D Williams (eds ) CSIRO, Melbourne/Junk, Dordrecht

Edwards, F W 1929 British non-biting midges (Diptera Chironomidae) Transactions of the Royal Entomological Society of London, 77 279 - 430

Elliot, J M 1967 The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream J Appl Ecol , 4 59 - 71

Escobar Nieves, A 1989 Estudio de las comunidades macrobéntónicas en el Río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad de agua Actual Biol 18 (65) 45 - 60

Goetghebuer, M 1914 Recherches sur les larves et les nymphes des Chironomines de Belgique Annales de Biologie Lacustre, 9 51 - 78

Gonzalez, G R , B M Muñoz & V D Soto 1981 Estudio de las poblaciones de insectos acuáticos en las aguas lóaticas del Río Frijoles, Parque Nacional de Soberanía, Panamá Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 99 pp

Gordon, N D , T A McMahon & B L Finlayson 1992 Stream hydrology John Wiley and Sons, London, UK

Heckadon-Moreno, S P 1999 Crecimiento Poblacional y Urbanización en la Cuenca del Canal Panamá y su Impacto sobre los Recursos Naturales COTEPO, UNFPA, CINUP (Centro de Información de las Naciones Unidas)

Kohler, S L 1992 Competition and the structure of a benthic stream community Ecol Monogr 62 165 - 188

Machado, T. & G Roldán 1981 Estudio de las características físicoquímicas y biológicas del Río Anori y sus principales afluentes Actual Biol , 10 (35) 3 - 12

Márques, M M G S M , F A R Barbosa & M Callisto 1999 Distribution and abundance of Chironomidae (Diptera, Insecta) in an impacted watershed in south-east Brazil Revista Brasileira de Biología, 59 (4) 553 - 561

Matthias, U & H Moreno 1983 Estudio de algunos parámetros físicoquímicos y biológicos en el Río Medellín y sus principales afluentes Actual Biol , 12 (46) 106 - 117

Margalef, R 1983 Invertebrados Bentónicos Capítulo 11 Pags 479 - 550, En R Margalef (ed ) Limnología, Ediciones Omega

McAuliffe, J R 1984 Competition for space, disturbance, and the structure of a benthic stream community Ecology, 65 (3) 894 - 908

Merritt, R W & K W Cummins (Eds ) 1996 An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3<sup>rd</sup> Edition, Kendall/Hunt, Dubuque, IA

Michalova, P & R Belcheva 1990 Different effect of lead on external morphology and polytene chromosomes of *Glyptotendipes barbipes* (Staeger) (Diptera Chironomidae) Folia Biol (Krakow), 38 83 - 88

Pinder, L C V 1986 Biology of freshwater Chironomidae Annual Review of Entomology, 31 1 - 23

Proyecto Monitoreo de la Cuenca del Canal (PMCC) 1999 Reporte Anual Técnico USAID – ANAM – STRI, Panamá

Pringle, C.M & A Ramírez 1998 Use of both benthic and drift sampling techniques to assess tropical stream invertebrate communities along an altitudinal gradient, Costa Rica Freshwater Biology 39 515 - 523

Real, M., M Rieradevall & N Prat 2000 Chironomus species (Diptera Chironomidae) in the profundal benthos of Spanish reservoirs and lakes Factors affecting distribution patterns Freshwater Biology, 43 (1) 1 - 18

Renn, Ch E 1968 A study of water quality LaMotte Co , Maryland, U S E

Renn, Ch E 1970 Investigating water problems A water analysis manual LaMotte Co , Maryland, U S A

Rincón, J & C Cressa 2000 Temporal variability of macroinvertebrate assemblages in a neotropical intermittent stream in Northwestern Venezuela Archiv Fuer Hydrobiologie, 148 (3) 421 - 432

Roldán, G 1980 Estudios limnológicos de cuatro ecosistemas neotropicales diferentes con especial referencia a su fauna de efemerópteros Actual Biol , 9 (34) 103 - 115

Roldán, G 1988 Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía Fondo FEN – Colombia Colciencia – Universidad de Antioquía Ed Presencia Ltda , Santa Fe de Bogotá

Ruse, L.P & M Davison 2000 Long-term data assessment of chironomid taxa structure and function in the River Thames Regulated Rivers Research and Management, 16 (2) 113 - 126

Ruse, L.P, S J Hermann & J.E Sublette 2000 Chironomidae (Diptera) species distribution related to environmental characteristics of the metal-polluted Arkansas River, Colorado Western North American Naturalist, 60 (1) 34 - 56

Saether, O A 1977 Female genitalia in Chironomidae and other Nematocera morphology, phylogenies, keys Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 1971 - 211

Saether, O A 1979 Chironomid communities as water quality indicators Holarctic Ecology, 2 65 - 74

Saether, O A 1983 The canalized evolutionary potential-inconsistencies in phylogenetic reasoning Systematic Zoology, 32 343 - 359

Saether, O A 2000 Phylogeny of the subfamilies of Chironomidae (Diptera) Systematic Entomology, 25 393 - 403

Schmid, P E 1993 Random patch dynamics of larval Chironomidae (Diptera) in the bed sediments of a gravel stream Freshwater Biology, 30 239 - 255

Smock, L A, E Gilinsky & D.L Stoneburner 1985 Macroinvertebrate production in a southeastern United States blackwater stream Ecology, 88 1491 - 1503

Swofford, D L 1993 PAUP Phylogenetic Analysis Using Parsimony, Version 3.1 Computer program distributed by the Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois

Torbjorn, A & E Willassen 1993 Late Weichselian Chironomidae (Diptera) stratigraphy of Lake Nedre Erastvatn, Andoya, Northern Norway Hydrobiologia 264 21 - 32

Urriola, R & V L Chang 1981 Estudio cualitativo de la fauna del Río La Puente con especial énfasis en los insectos Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 250 pp

Wallace, J B , A D Huryn & G J Lughart 1991 Colonization of a headwater stream during three years of seasonal insecticidal applications *Hydrobiologia* 211 65 - 76

Ward, G M & K W Cummins 1978 Life history and growth pattern of *Paratendipes albimanus* in a Michigan headwater stream *Ann Entomol Soc Am* 71 272 - 284

Watts, M M & D Pascoe 2000 A comparative study of *Chironomus riparius* Meigen and *Chironomus tentans* Fabricius (Diptera Chironomidae) in aquatic toxicity tests *Archiv Envir Cont Toxic* , 39 (3) 299 - 306

Webber, C I 1973 Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents Natural Environmental Research Office of Research and Development, U S E P A , Cincinnati, Ohio

Wiederholm, T (ed) 1983 Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnoses, 1 Larvae *Ent Scand Suppl* , 19, 457 pp

Wiederholm, T (ed) 1989 Chironomidae of the holartic region Keys and diagnoses Part 3 Adult males *Ent Scand Suppl* 34 1 - 524

Wilhm, J L & T C Dorris 1966 Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents *Amer Midl Naturalist*, 76 (2) 427 - 449

Williams, D D , A I Nesterovitch & A F Tavares 2001 Morphological deformities occurring in Belarusian chironomids (Diptera Chironomidae) subsequent to the Chernobyl nuclear disaster *Freshwater Biology*, 46 (4) 503 - 512

Wittgreen, Z & S Villanero 1998 Inventario de macroinvertebrados en el Río La Villa, Península de Azuero Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, Universidad de Panamá, 122 pp

Wolf, M, U Matthias & G Roldán 1988 Estudio del desarrollo de los insectos acuáticos, su emergencia y ecología en tres ecosistemas diferentes en el Departamento de Antioquia Actual Biol , 17 (63) 2 - 30

Yamamura, M , K T Suzuki, S Hatakeyama & K Kubota 1983 Tolerance to cadmium and cadmium-binding proteins induced in the midge larva, *Chironomus yoshimatsui* (Diptera Chironomidae) Comp Biochem Physiol , 75 21 - 24

**ANEXOS**

## **CUADROS**

**Cuadro 1 Resultados de las mediciones de variables físicas, por mes de colecta, sitio de estudio, durante los nueve meses de muestreo.**

Fecha	Lugar	Profundidad	Ancho	Velocidad	Descarga
		m	m	m/s	m <sup>3</sup> /s
09/12/99	Qda Ancha	0 10	5 0	0 60	0 30
29/10/99	Qda Ancha	0 57	6	0 46	1 57
26/11/99	Qda Ancha	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
07/01/00	Qda Ancha	0 55	5 3	0 12	0 35
31/01/00	Qda Ancha	0 50	5 1	0 11	0 28
28/02/00	Qda Ancha	0 50	5 2	0 05	0 12
31/03/00	Qda Ancha	0 48	5 3	0 11	0 28
28/04/00	Qda Ancha	0 50	5 9	0 09	0 26
26/05/00	Qda Ancha	0 52	5 3	0 16	0 44
09/12/99	Qda Limón	0 08	3 0	0 63	0 14
29/10/99	Qda Limón	0 08	3 0	0 81	0 19
26/11/99	Qda Limón	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
07/01/00	Qda Limón	0 11	3 0	0 35	0 11
31/01/00	Qda Limón	0 09	3 1	0 35	0 10
28/02/00	Qda Limón	0 09	2 8	0 22	0 06
31/03/00	Qda Limón	0 03	2 4	0	0
28/04/00	Qda Limón	0 08	2 7	0	0
26/05/00	Qda Limón	0 07	2 9	0 29	0 06
09/12/99	Chilibrillo	0 14	10 82	0 075	1 16
29/10/99	Chilibrillo	0 50	16	0 71	5 72
26/11/99	Chilibrillo	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
07/01/00	Chilibrillo	0 36	15	0 45	2 41
31/01/00	Chilibrillo	0 32	14 5	0 45	2 07
28/02/00	Chilibrillo	0 29	15	0 24	1 05
31/03/00	Chilibrillo	0 16	14 5	0 15	0 36
28/04/00	Chilibrillo	0 30	14	0 09	0 37
26/05/00	Chilibrillo	0 27	16 8	0 17	0 78
09/12/99	Chilibre	0 07	16 19	0 35	0 41
29/10/99	Chilibre	0 22	12	0 75	1 95
26/11/99	Chilibre	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
07/01/00	Chilibre	0 19	17 5	0 50	1 69
31/01/00	Chilibre	0 12	16 45	0 50	0 96
28/02/00	Chilibre	0 10	17	0 35	0 60
31/03/00	Chilibre	0 07	16 6	0 08	0 10
28/04/00	Chilibre	0 06	16 4	0 08	0 08
26/05/00	Chilibre	0 09	17 4	0 23	0 36

**Cuadro 2 Resultados de los análisis físico-químicos de las muestras de agua por fecha y por sitio de estudio, durante seis meses de muestreo.**

Fecha	Sitio	NH <sub>4</sub>	X	PO <sub>4</sub>	X	Alcalinidad	X	Dureza	X	Sol Susp	X
		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l	
07/01/00	Qda Ancha	0 174		0 019		61 4		239 2		0 048	
07/01/00	Qda Ancha	0 027	0 1	0 014	0 017	31 2	46 3	127 9	183 55	0 056	0 052
07/01/00	Qda Limón	0 289		0 103		54 7		294 1		0 038	
07/01/00	Qda Limón	0 047	0 168	0 15	0 126	95 6	75 15	166 4	230 25	0 069	0 053
07/01/00	Chilibrillo	0 088		0 097		74 4		226 6		0 041	
07/01/00	Chilibrillo	0 083	0 085	0 098	0 098	72 6	73 5	126 1	176 35	0 025	0 033
07/01/00	Chilibre	0 085		1		60 8		112 2		0 016	
07/01/00	Chilibre	0 077	0 081	0 016	0 508		60 8	115 5	113 85	0 013	0 014
31/01/00	Qda Ancha	0 11		0 014		92 3		329 8		0 056	
31/01/00	Qda Ancha	0 123	0 116	0 015	0 014	82 5	87 4	166 8	248 3	0 063	0 059
31/01/00	Qda Limon	0 066		0 18		58 8		129 4		0 084	
31/01/00	Qda Limon	0 067	0 066	0 178	0 179	53 8	56 3	196 7	163 05	0 07	0 077
31/01/00	Chilibrillo	0 084		0 209		74 5		194 8		0 027	
31/01/00	Chilibrillo	0 099	0 091	0 188	0 198	89 2	81 8	144 2	169 5	0 033	0 03
31/01/00	Chilibre	0 124		1 832		55 5		109 8		0 02	
31/01/00	Chilibre	0 197	0 16	1 735	1 78	56 9	56 2	174 7	142 25	0 122	0 071
28/02/00	Qda Ancha	0 124		0 886		90 9		254 5		0 053	
28/02/00	Qda Ancha	0 09	0 107	0 009	0 448	99 4	95 1	295 8	275 15	0 043	0 048
28/02/00	Qda Limón	0 072		0 103		55 5		270 8		0 12	
28/02/00	Qda Limón	0 077	0 074	0 275	0 189	60 6	58	387 2	329	0 163	0 141
28/02/00	Chilibrillo	0 079		0 279		83 7		240 8		0 052	
28/02/00	Chilibrillo	0 117	0 098	0 309	0 294	83 4	83 5	252 8	246 8	0 041	0 046
28/02/00	Chilibre	0 117		2 803		78 9		218 2		0 148	
28/02/00	Chilibre	0 132	0 124	2 874	2 838	82 5	80 7	136 9	177 55	0 139	0 143
31/03/00	Qda Ancha	0 09		0 014				243 2		0 048	
31/03/00	Qda Ancha	0 15	0 12	0 033	0 024	61 3	61 3	296 2	269 7	0 04	0 044
31/03/00	Qda Limón	0 087		0 684				384 3		1 51	
31/03/00	Qda Limón	2 216	1 151	0 21	0 447	53 3	53 3	234 6	309 45	0 117	0 813
31/03/00	Chilibrillo	0 175		0 472		87 4		251 7		0 044	
31/03/00	Chilibrillo	0 115	0 145	0 502	0 487	90 4	88 9	169 5	210 6	0 052	0 048
31/03/00	Chilibre	0 138		2 84		86 1		238 9		0 016	
31/03/00	Chilibre	0 169	0 153	2 65	2 745		86 1	144 4	191 65	0 034	0 025
28/04/00	Qda Ancha	0 063		0 018		40 1		254 7		0 044	
28/04/00	Qda Ancha	0 079	0 071	0 305	0 162	33 2	36 6	148 8	201 75	0 037	0 04
28/04/00	Qda Limon	0 273		0 294		74 9		414 2		0 069	
28/04/00	Qda Limón	0 07	0 171	0 176	0 235	57 8	66 3	282 6	348 4	0 063	0 066
28/04/00	Chilibrillo	0 121		0 223		65 2		269 2		0 021	
28/04/00	Chilibrillo	0 152	0 136	0 258	0 24	64	64 6	185 1	227 15	0 032	0 026
28/04/00	Chilibre	0 307		1 845		56 1		202		2 77	
28/04/00	Chilibre	0 508	0 407	2 105	1 975	53 2	54 6	231 5	216 75	5 38	4 075
26/05/00	Qda Ancha	0 089		0 062		69 7		371 9		0 068	
26/05/00	Qda Ancha	0 093	0 091	0 034	0 048	47	58 3	417 3	394 6	0 055	0 061
26/05/00	Qda Limón	0 078		1 037		62 4		372 2		0 143	
26/05/00	Qda Limón	1 172	0 625	0 133	0 585	121	91 7	340 2	356 2	0 145	0 144
26/05/00	Chilibrillo	0 13		0 167		62 3		286 9		0 069	
26/05/00	Chilibrillo	0 139	0 134	0 025	0 096	60 4	61 3	198 4	242 65	0 084	0 076
26/05/00	Chilibre	0 053		2 321		33 8		143 2		1 82	
26/05/00	Chilibre		0 053		2 321		33 8	198 9	171 05	0 112	0 966

X= Promedio

Cuadro 3 Peso (g) de las muestras de hojarasca por sitio de muestreo y por mes de colecta

Mes	Sitio de Muestreo															
	Quebrada Ancha				Quebrada Limón				Río Chilibrillo				Río Chilibre			
	M1	M2	M3	T	M1	M2	M3	T	M1	M2	M3	T	M1	M2	M3	T
Sept	11 3	9	13 3	33 6	11 2	21 9	31 1	64 2	15 6	27 7	102 3	145 6	20 3	19 1	22 2	61 6
Oct	5	7 15	4 36	16 51	29 1	19 8	43 64	92 54	27 03	10 23	12 7	49 96	45 1	7 5	17 5	70 1
Nov	6 8	6 9	22 3	36	19 55	15 05	14 8	49 4	31 9	33 9	13 7	79 5	3 65	6 35	25 8	35 8
Ene 01	18 1	30 2	21 7	70	31 4	39 7	40 3	111 4	66 4	33 6	32 9	132 9	14 5	20 3	14 8	49 6
Ene 02	24 2	31 6	10 5	66 3	12 9	46 3	15 9	75 1	17 8	59 4	26 3	103 5	38 1	31	20 5	89 6
Fb	21 7	22 8	25 1	69 6	36 8	18 4	21 6	76 8	25 2	17 8	23 9	66 9	14 8	23 2	17 8	55 8
Mr	10	20 6	16 1	46 7	22 1	56 7	18 4	97 2	13 7	35 8	21 8	71 3	30 4	28 4	24 2	83
Abr	19 8	20	23 9	63 7	14	6 1	17 1	37 2	14 7	28 5	20 1	63 3	57 4	23 6	24 1	105 1
May	16 2	46 4	17 9	80 5	29 7	16 1	11 6	57 4	26 9	35	24 2	86 1	26 4	42 6	27 4	96 4

T= Total

**Cuadro 4** Número de individuos de la Familia Chironomidae colectados por mes, sitio de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

Mes	Sitio de Muestreo				
	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre	Total
Sept	37	166	35	40	278
Oct	18	373	16	65	472
Nov	50	138	28	24	240
Ene 01	4	1413	78	37	1532
Ene 02	63	670	325	941	1999
Fb	105	180	116	2392	2793
Mr	134	366	364	7081	7945
Abr	52	1174	695	302	2223
May	4	594	131	126	855
Total	467	5074	1788	11008	18337

**Cuadro 5** Densidad (No. de Individuo/g. hojarasca) de larvas de Chironomidae por mes y sitio de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

Mes	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre
Sep	1.1	2.59	0.24	0.65
Oct	1.09	3.9	0.32	0.93
Nov	1.39	2.8	0.35	0.67
Ene 01	0.06	12.68	0.59	0.75
Ene 02	0.95	8.92	3.14	10.5
Feb	1.51	2.34	1.73	42.87
Mar	2.87	3.76	5.1	85.31
Abr	0.82	31.56	10.98	2.87
May	0.05	2.28	1.52	1.31

**Cuadro 6** Número de individuos de la familia Chironomidae identificados por subfamilia, género y por sitio de colecta, durante todo el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

Taxa	Sitio de muestreo				
	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre	Total
<b>Subflia Chironominae</b>					
Chironomus	1	100	2	5	108
Dicrotendipes	2	79	22	0	103
Einfeldia	62	137	18	20	237
Endochironomus	26	85	307	442	860
Lauterborniella	0	3	2	1	6
Micropsectra	0	42	354	29	425
Microtendipes	0	8	10	3	21
Nimbocera	0	128	45	17	190
Parachironomus	0	5	0	0	5
Paratanytarsus	0	9	28	7	44
Pedionomus	0	1	0	0	1
Polypedilum	11	1144	709	850	2714
Pseudochironomus	0	1	0	0	1
Rheotanytarsus	0	72	12	248	332
Stenochironomus	2	5	3	6	16
Tanytarsus	0	229	85	8	322
Tribelos	6	2	17	19	44
<b>Total/Subfamilia</b>	<b>110</b>	<b>2050</b>	<b>1614</b>	<b>1655</b>	
<b>Subflia Orthocladinae</b>					
Acricotopus	3	0	10	0	13
Corynoneura	1	61	9	31	102
Cricotopus	0	4	0	0	4
Eukiefferiella	82	96	30	13	221
Heleniella	0	6	4	1	11
Nanocladius	1	4	74	26	105
Procladius	0	0	1	0	1
<b>Total/Subfamilia</b>	<b>87</b>	<b>171</b>	<b>128</b>	<b>71</b>	
<b>Subflia Tanypodinae</b>					
Alotanypus	12	6	5	2	25
Chnotanypus	0	0	9	1	10
Coelotanypus	0	0	2	0	2
Labrundinia	1	2	11	2	16
Larsia	142	32	87	9	270
Nilotanypus	1	8	2	1	12
Paramerina	38	92	23	166	319
Pentaneura	52	59	67	97	275
Tanypus	1	0	0	0	1
<b>Total/Subfamilia</b>	<b>247</b>	<b>199</b>	<b>206</b>	<b>278</b>	
<b>Total de Individuos</b>	<b>444</b>	<b>2420</b>	<b>1948</b>	<b>2004</b>	<b>6816</b>
<b>Riqueza/estacion</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	

**Subflia: Subfamilia**

**Cuadro 7** Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

Sitio	Géneros		
	Polypedilum	Endochironomus	Micropsectra
Qda Ancha	11	26	0
Qda Limón	1144	85	42
Chilibrillo	709	307	354
Chilibre	850	442	29
Total	2714	860	425

**Cuadro 8** Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante la estación lluviosa (septiembre, octubre, noviembre de 1999).

Sitio	Géneros		
	Polypedilum	Endochironomus	Micropsectra
Qda Ancha	5	9	0
Qda Limón	462	44	0
Chilibrillo	59	2	0
Chilibre	67	7	0

**Cuadro 9** Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por sitio de muestreo, durante la estación seca (enero 1 - abril de 2000).

Sitio	Géneros		
	Polypedilum	Endochironomus	Micropsectra
Qda Ancha	6	17	0
Qda Limón	682	41	42
Chilibrillo	850	305	354
Chilibre	783	435	29

**Cuadro 10** Número de individuos colectados de los tres géneros más abundantes, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

Mes	Géneros		
	Polypedilum	Endochironomus	Micropsectra
Septiembre	168	9	0
Octubre	296	28	0
Noviembre	129	25	0
Ene-01	228	41	0
Ene-02	627	167	0
Febrero	293	234	18
Marzo	420	262	34
Abril	181	60	354
Mayo	372	34	19

**Cuadro 11** Índice de Similitud entre los sitios de muestreo, basado en los géneros identificados de la familia Chironomidae

Índice	Sitio de Muestreo			
	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre
Jaccard			----	0 86
Sorenson			----	0 92
Morisita		*		0 87 *

\* Compara Qbda Limón con Chilibre

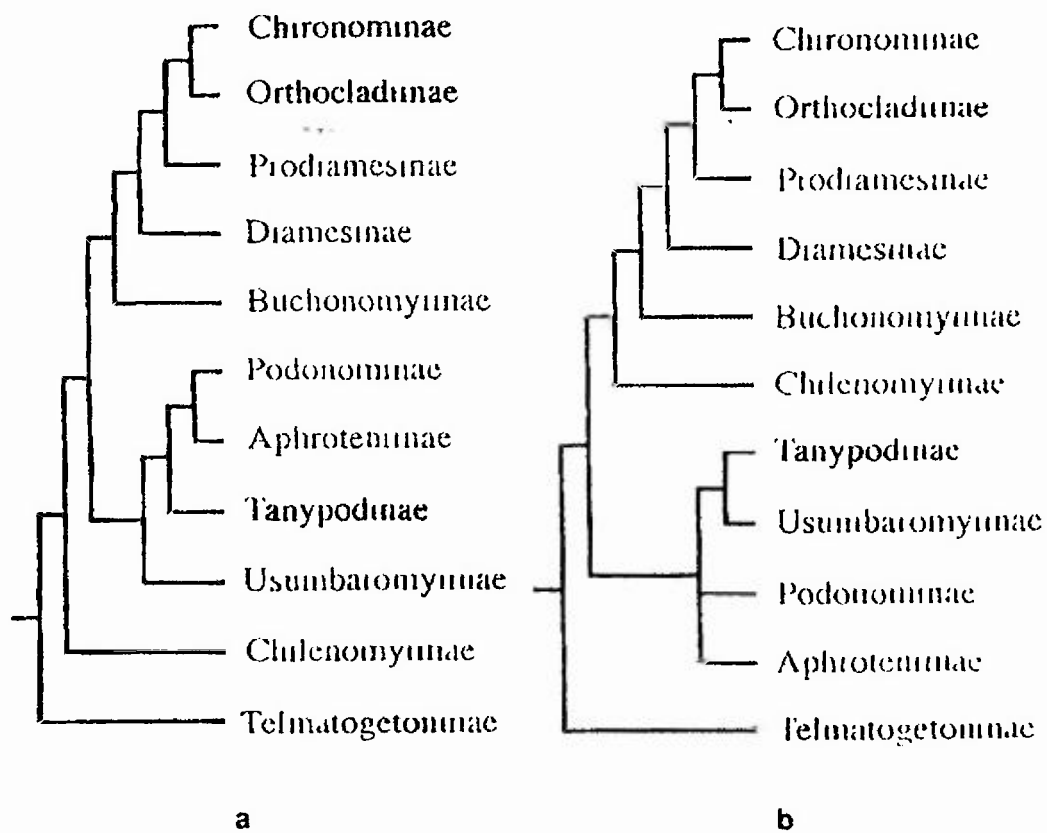
**Cuadro 12** Índice de Diversidad por sitio de muestreo, basado en el número de individuos identificados, por género, de la familia Chironomidae.

Índice	Sitio de Muestreo			
	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre
H'	1 99	2 09	2 12	1 79
Simpson	0 18	0 25	0 2	0 25
MCI	189	1205	868	1010
B-P	0 32	0 47	0 36	0 42

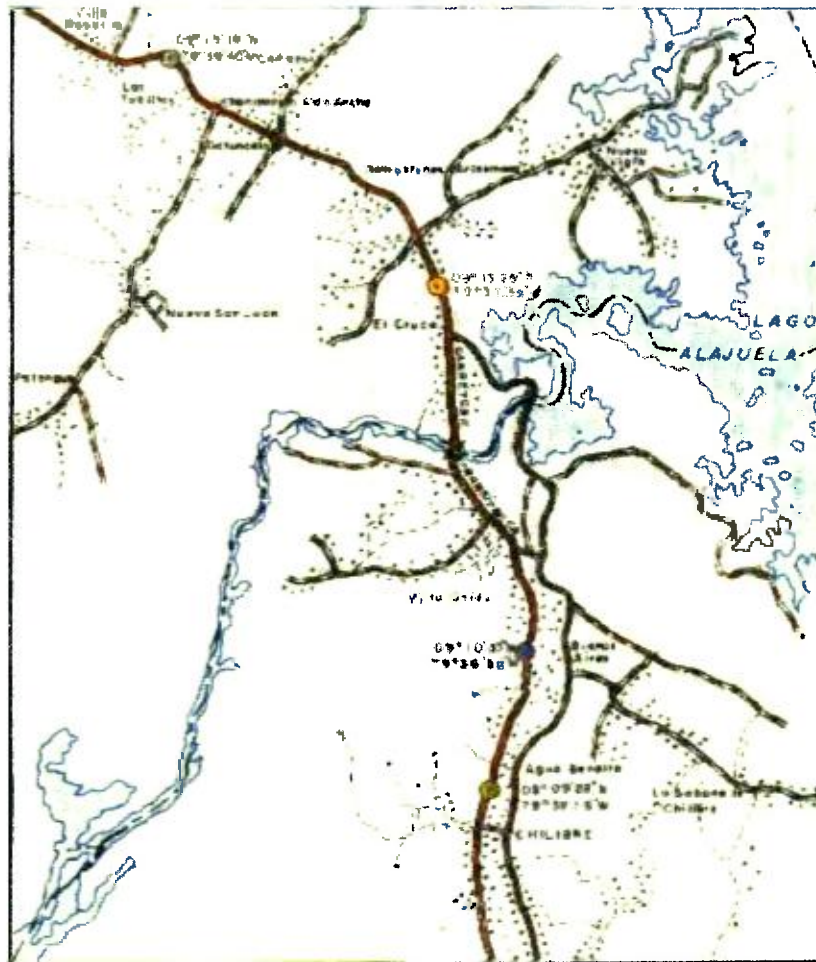
**Cuadro 13 Listado de géneros de la familia Chironomidae identificados por sitio de muestreo.**

Subfamilia	Qda Ancha	Qda Limón	Chilibrillo	Chilibre
Chironominae	Chironomus	Chironomus	Chironomus	Chironomus
	Dicrotendipes	Dicrotendipes	Dicrotendipes	
	Einfeldia	Einfeldia	Einfeldia	Einfeldia
	Endochironomus	Endochironomus	Endochironomus	Endochironomus
		Lauterborniella	Lauterborniella	Lauterborniella
		Micropsectra	Micropsectra	Micropsectra
		Microtendipes	Microtendipes	Microtendipes
		Nimbocera	Nimbocera	Nimbocera
		Parachironomus		
		Paratanytarsus	Paratanytarsus	Paratanytarsus
		Pedionomus		
	Polypedilum	Polypedilum	Polypedilum	Polypedilum
		Pseudochironomus		
		Rheotanytarsus	Rheotanytarsus	Rheotanytarsus
	Stenochironomus	Stenochironomus	Stenochironomus	Stenochironomus
	Tanytarsus	Tanytarsus	Tanytarsus	
Tribelo	Tribelo	Tribelo	Tribelo	
Orthoclaadiinae	Acricotopus		Acricotopus	
	Corynoneura	Corynoneura	Corynoneura	Corynoneura
		Cricotopus		
	Eukiefferiella	Eukiefferiella	Eukiefferiella	Eukiefferiella
		Heleniella	Heleniella	Heleniella
	Nanocladius	Nanocladius	Nanocladius	Nanocladius
		Procladius		
Tanypodinae	Alotanypus	Alotanypus	Alotanypus	Alotanypus
			Clinotanypus	Clinotanypus
			Coelotanypus	
	Labrundinia	Labrundinia	Labrundinia	Labrundinia
	Larsia	Larsia	Larsia	Larsia
	Nilotanypus	Nilotanypus	Nilotanypus	Nilotanypus
	Paramerina	Paramerina	Paramerina	Paramerina
	Pentaneura	Pentaneura	Pentaneura	Pentaneura
Tanypus				

## FIGURAS

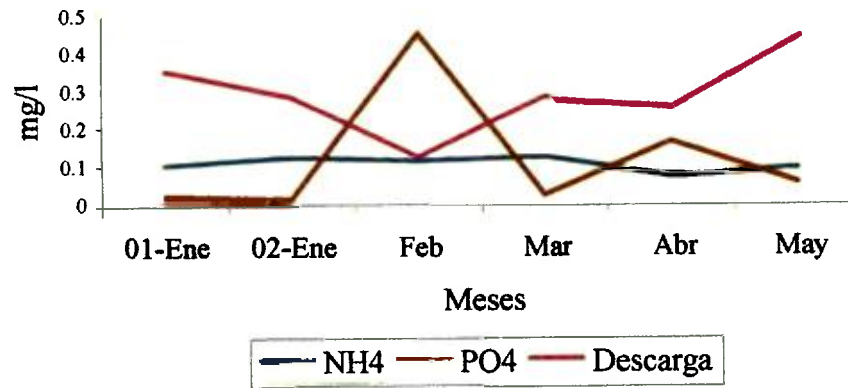


**Fig. 1.** a. Relaciones filogenéticas entre las subfamilias de Chironomidae sugeridas por Saether (1977), Brundin y Saether (1978), Brundin (1983) y Andersen y Saether (1994); b. Cladograma propuesto por Saether (2000).

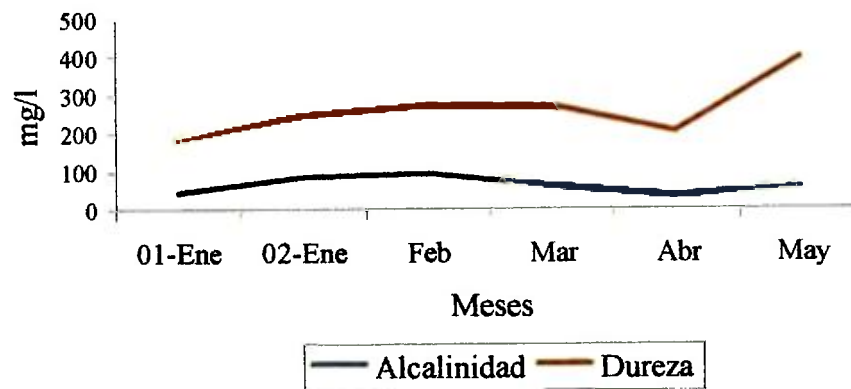


**Fig. 2 Ubicación de los sitios de estudio.**

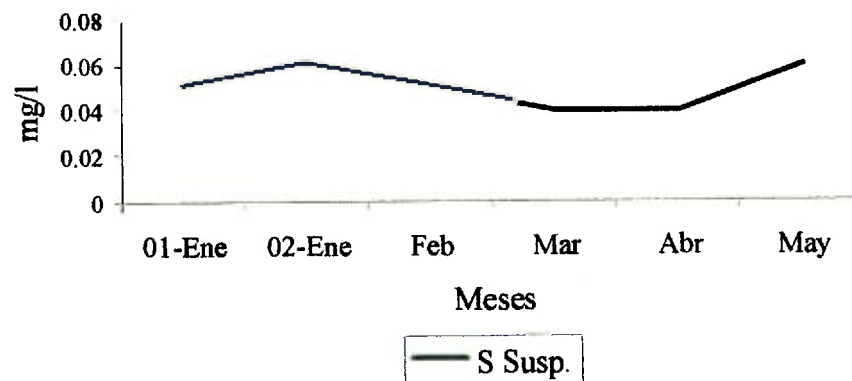
- Quebrada Ancha
- Quebrada Limón
- Río Chilibrillo
- Río Chilibre



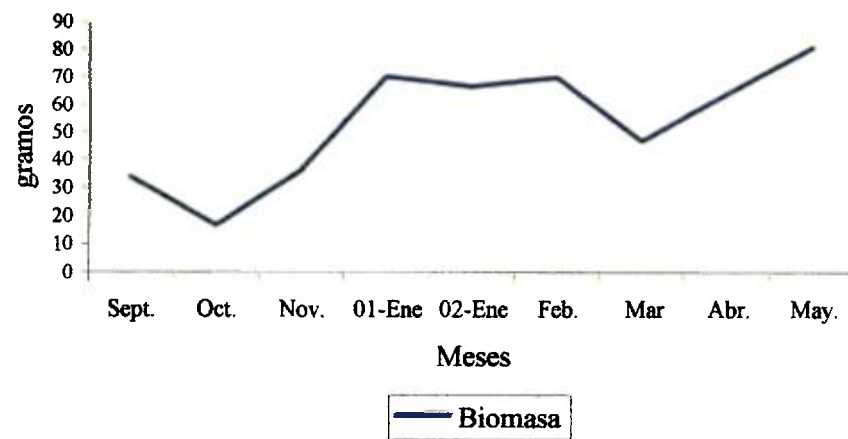
**Fig. 3a** Estimados de  $\text{NH}_4$  (mg/l),  $\text{PO}_4$  (mg/l) y Descarga ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



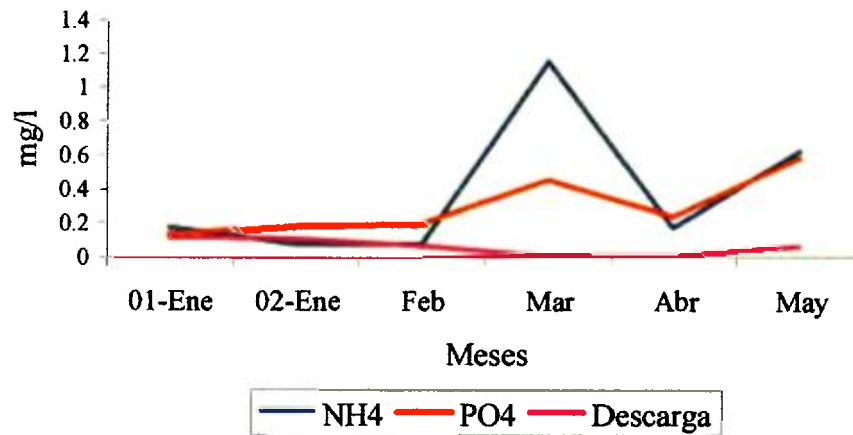
**Fig. 3b** Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



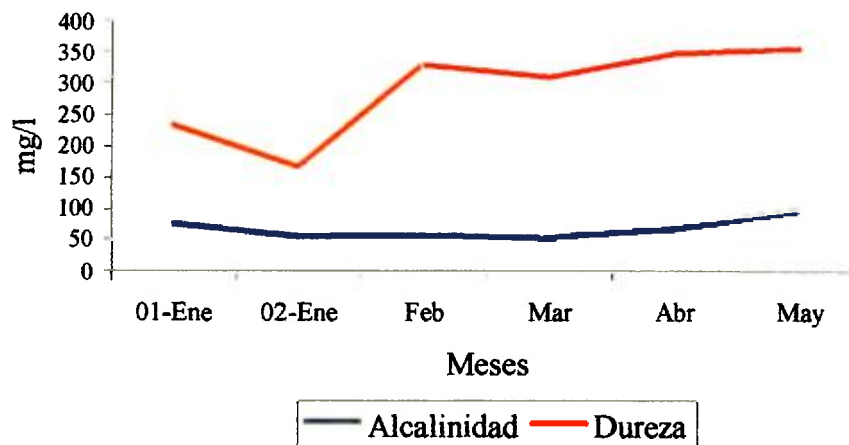
**Fig. 3c** Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Quebrada Ancha por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



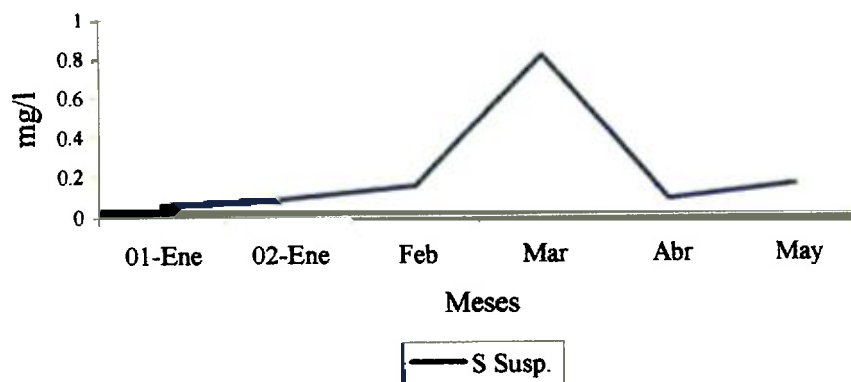
**Fig. 3d Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectada en Quebrada Ancha por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).**



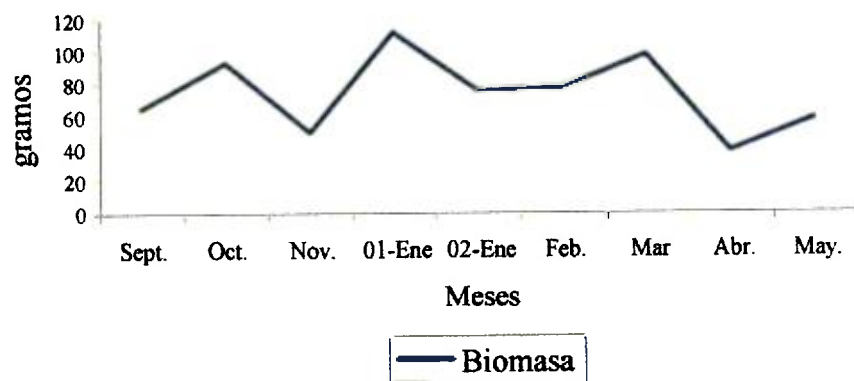
**Fig. 4a Estimados de NH4 (mg/l), PO4 (mg/l) y Descarga (m³/s) en Quebrada Limón por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).**



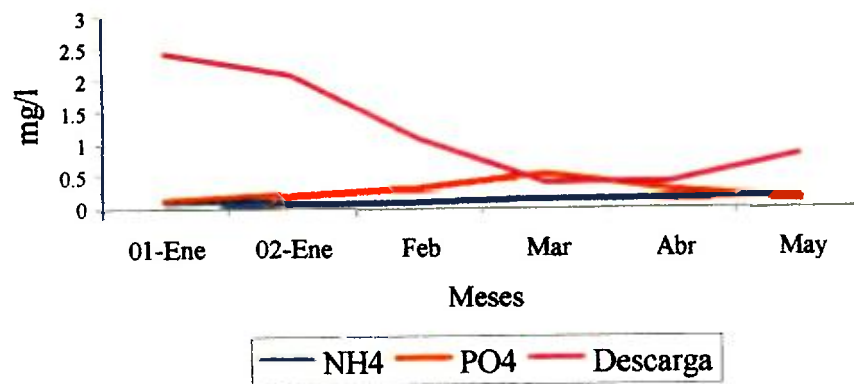
**Fig. 4b Estimados de Alkalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en Quebrada Limón por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).**



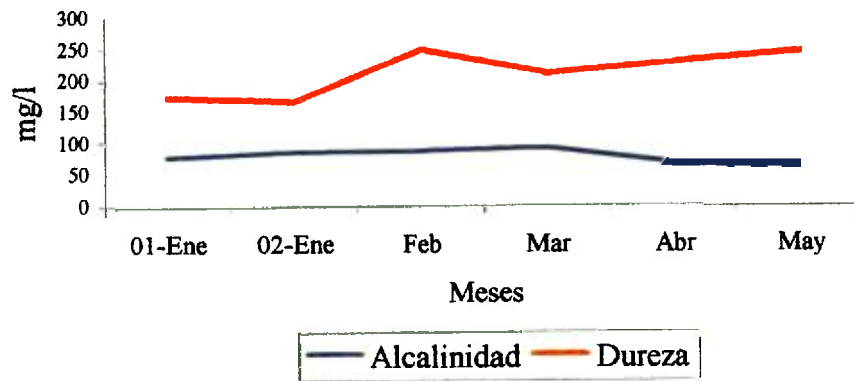
**Fig. 4c Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Quebrada Limón mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).**



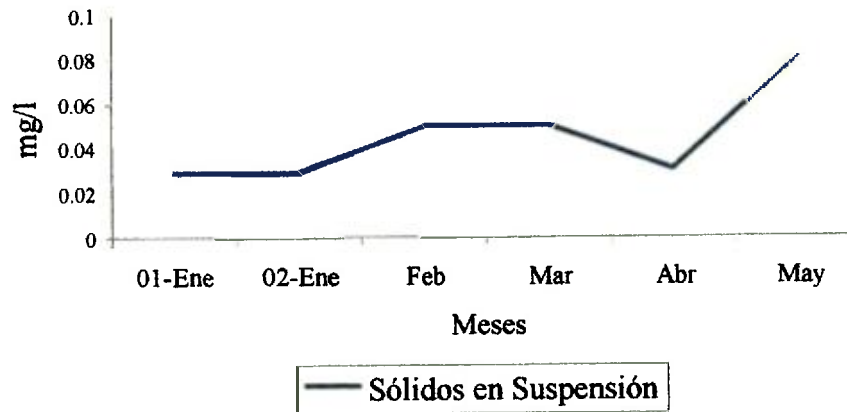
**Fig. 4d Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectada en Quebrada Limón por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).**



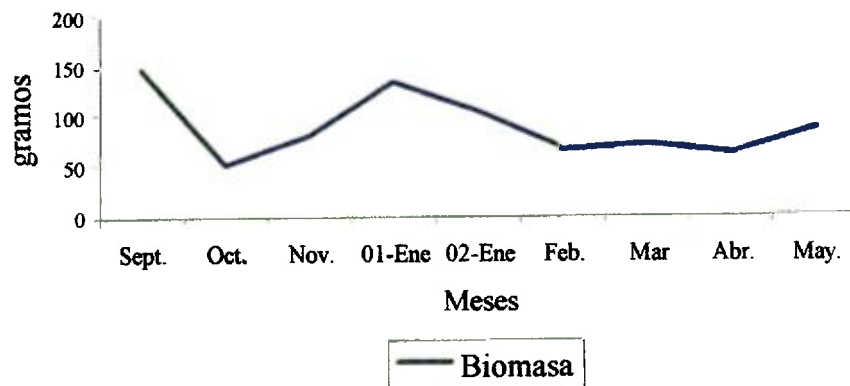
**Fig. 5a Estimados de NH<sub>4</sub> (mg/l), PO<sub>4</sub> (mg/l) y Descarga (m<sup>3</sup>/s) en Chilibrillo por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).**



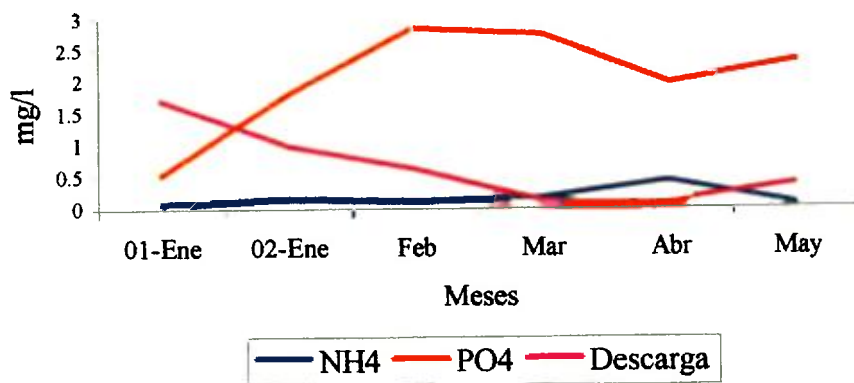
**Fig. 5b** Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza(mg/l) en Chilibrillo po mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



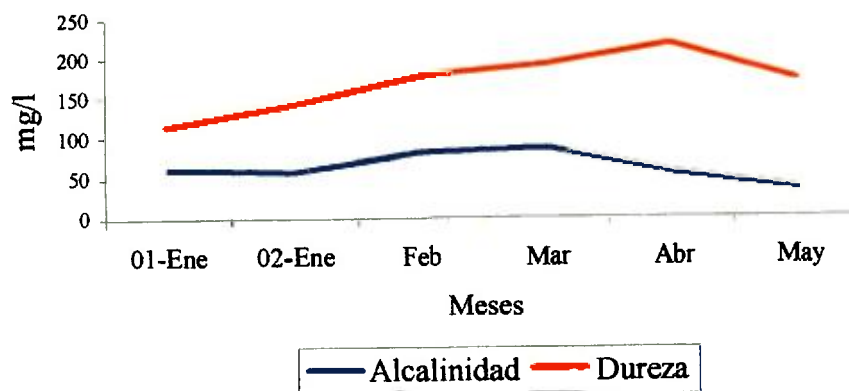
**Fig. 5c** Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Chilibrillo por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



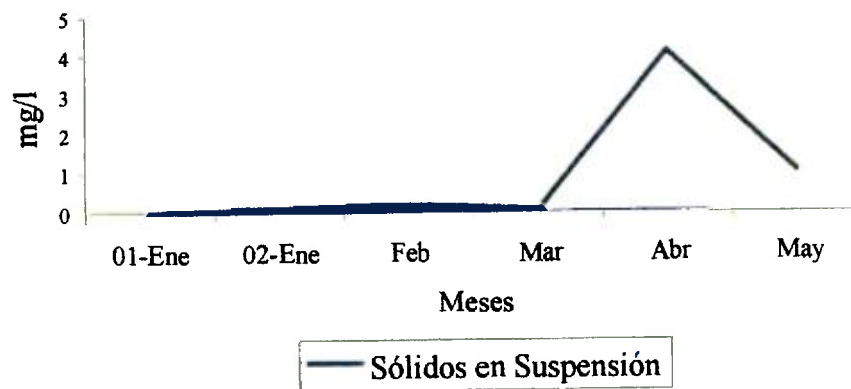
**Fig. 5d** Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectada en Chilibrillo por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



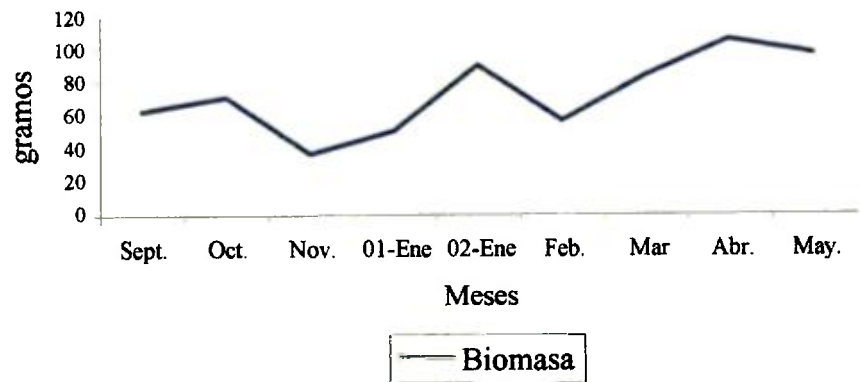
**Fig. 6a** Estimados  $\text{NH}_4$  (mg/l),  $\text{PO}_4$  (mg/l) y Descarga ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en Chilibre mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



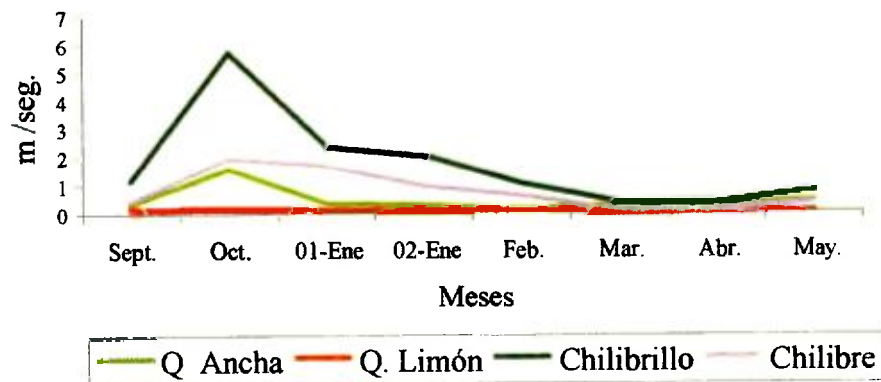
**Fig. 6b** Estimados de Alcalinidad (mg/l) y Dureza (mg/l) en Chilibre por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



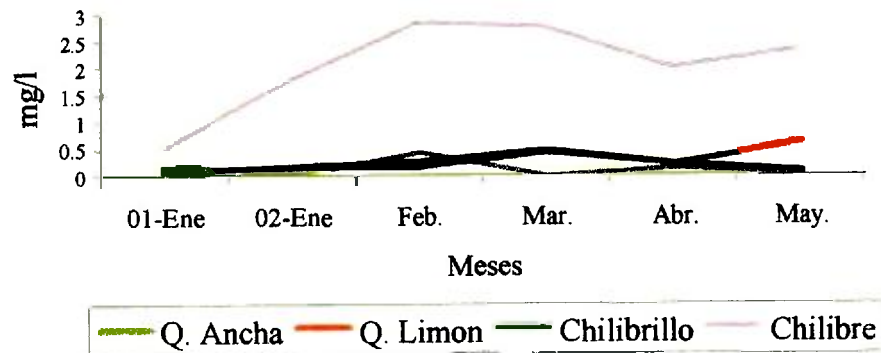
**Fig. 6c** Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) en Chilibre por mes de colecta (enero 01 - mayo 2000).



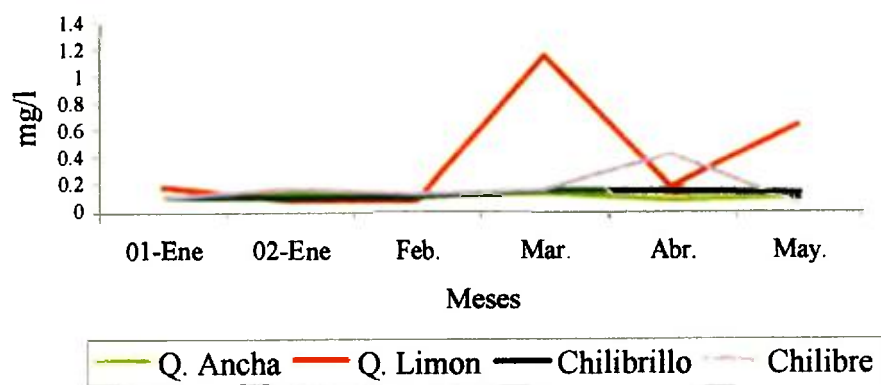
**Fig. 6d Gramos de Biomasa Vegetal ('leaf pack') colectada en Chilibre por mes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).**



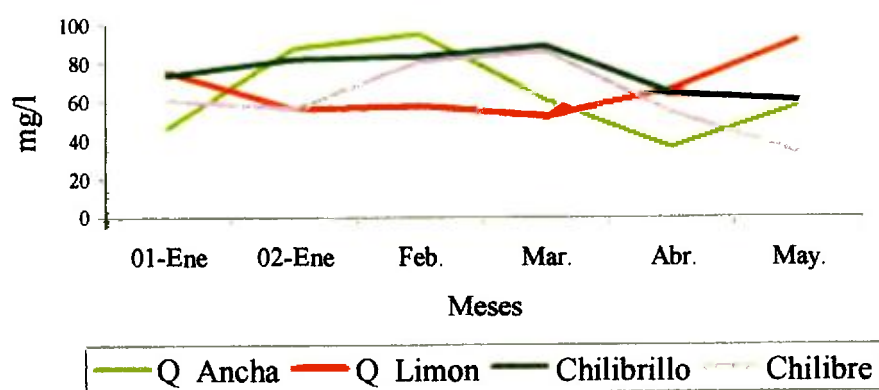
**Fig. 7a Estimados de Descarga (m³/seg.) de las cuatro estaciones de muestreo durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).**



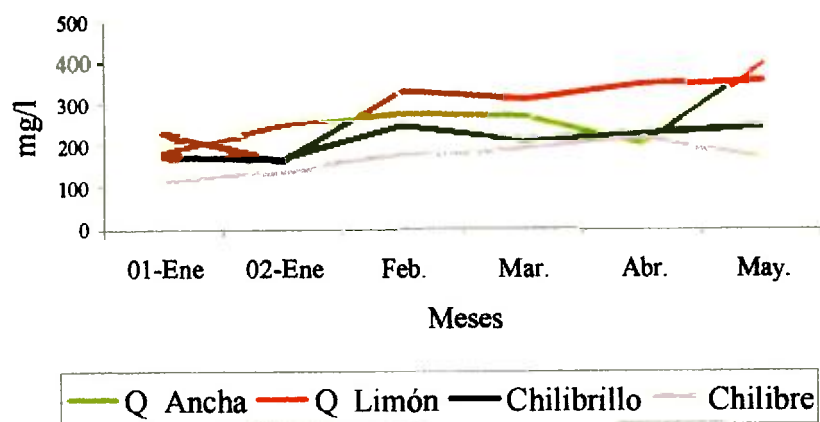
**Fig. 7b Estimados de PO₄ (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000).**



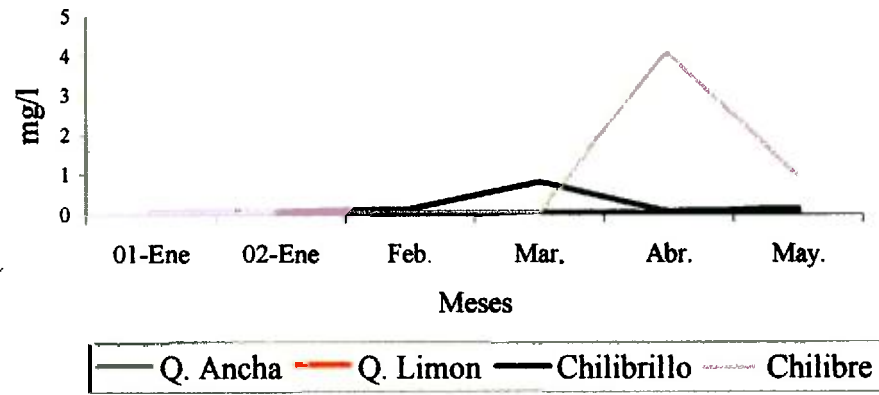
**Fig. 7c** Estimados de NH<sub>4</sub> (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000).



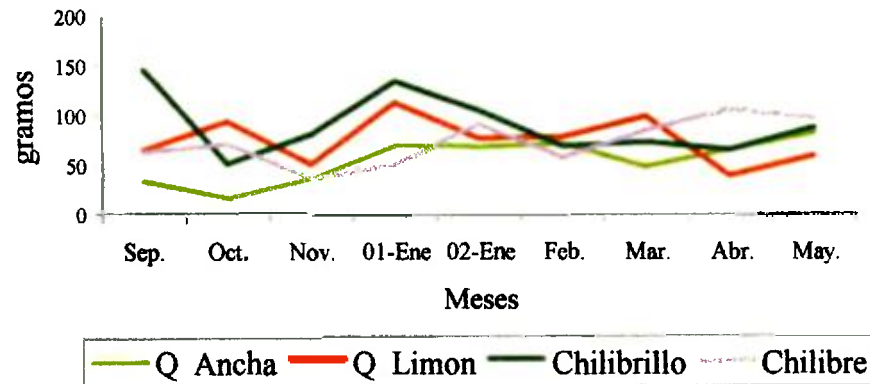
**Fig. 7d** Estimados de Alcalinidad (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000).



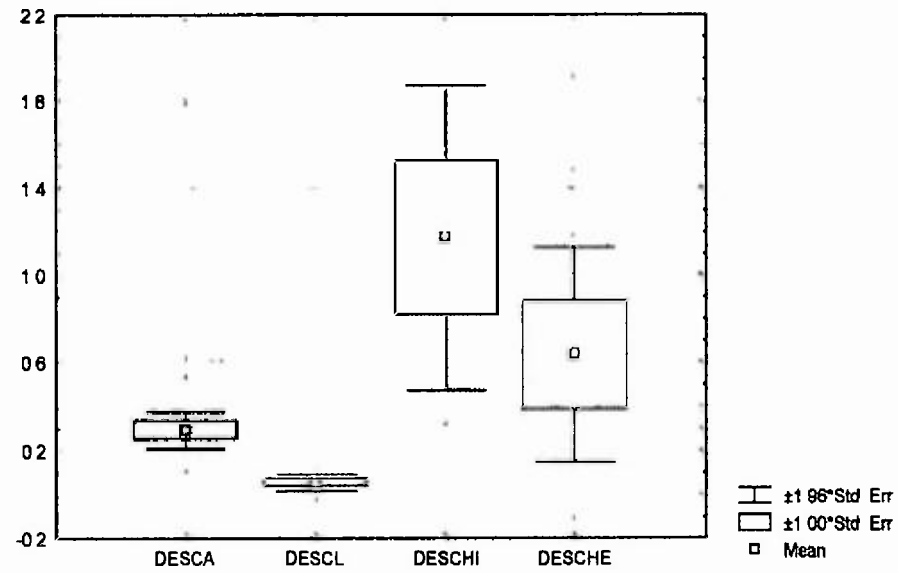
**Fig. 7e** Estimados de Dureza (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000).



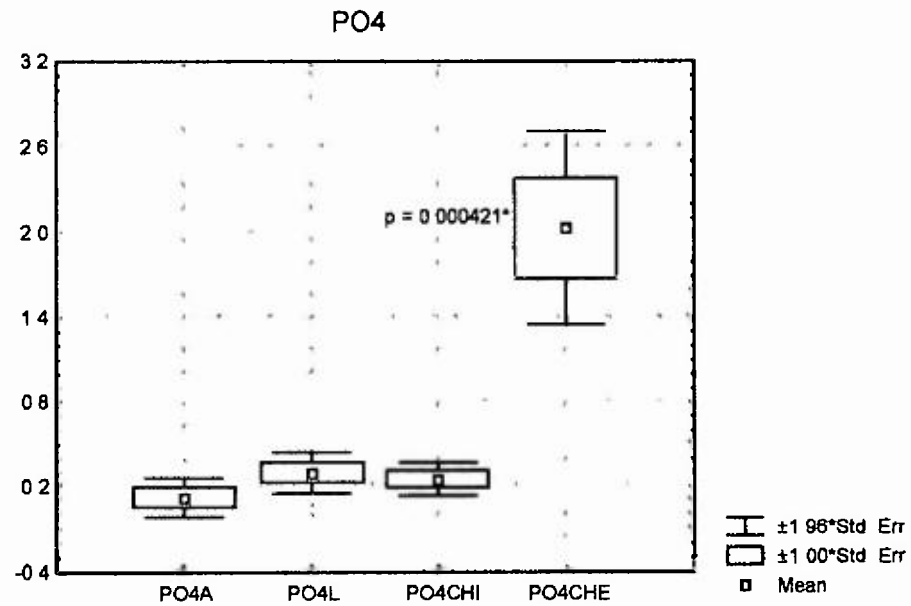
**Fig. 7f Estimados de Sólidos en Suspensión (mg/l) de las cuatro estaciones de muestreo durante seis meses de estudio (enero 01 - mayo 2000).**



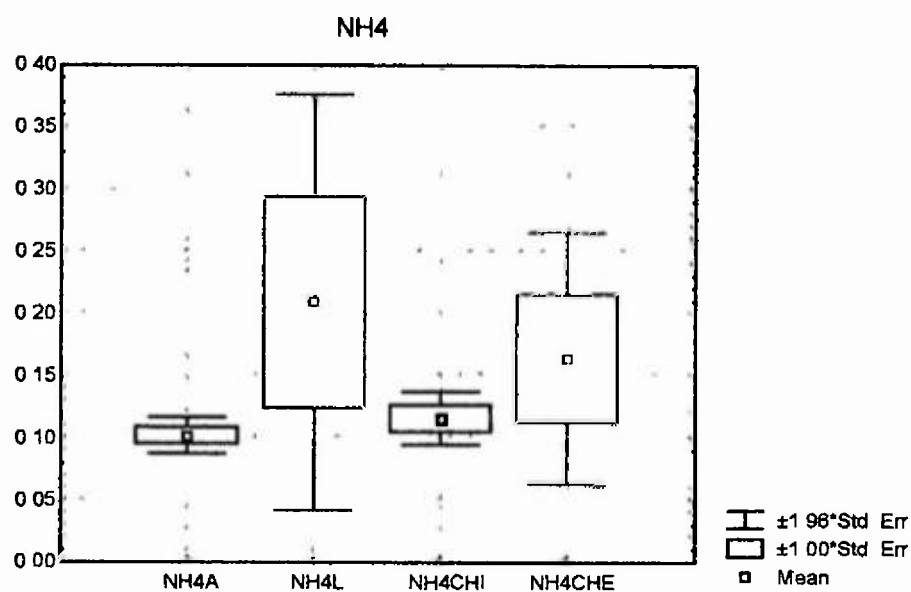
**Fig. 7g Gramos de Biomasa Vegetal (g) de las cuatro estaciones, por mes de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).**



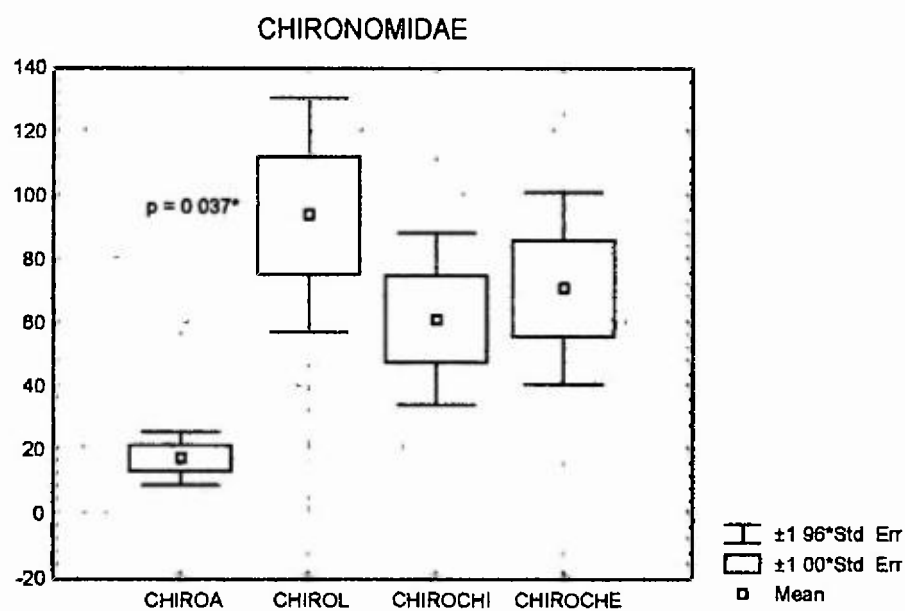
**Fig. 8a** Comparación de la descarga ( $m^3/s$ ) en los cuatro sitios de muestreo, durante el estudio ( $n = 8$ ).



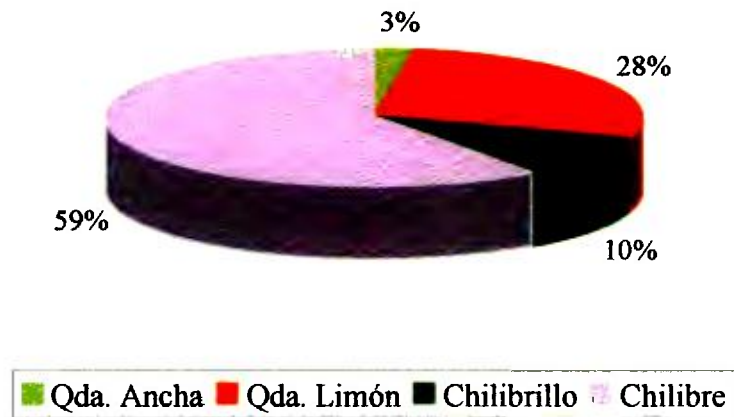
**Fig. 8b** Comparación de la concentración de  $PO_4$  en los cuatro sitios de muestreo durante seis meses de estudio ( $n = 12$ ).



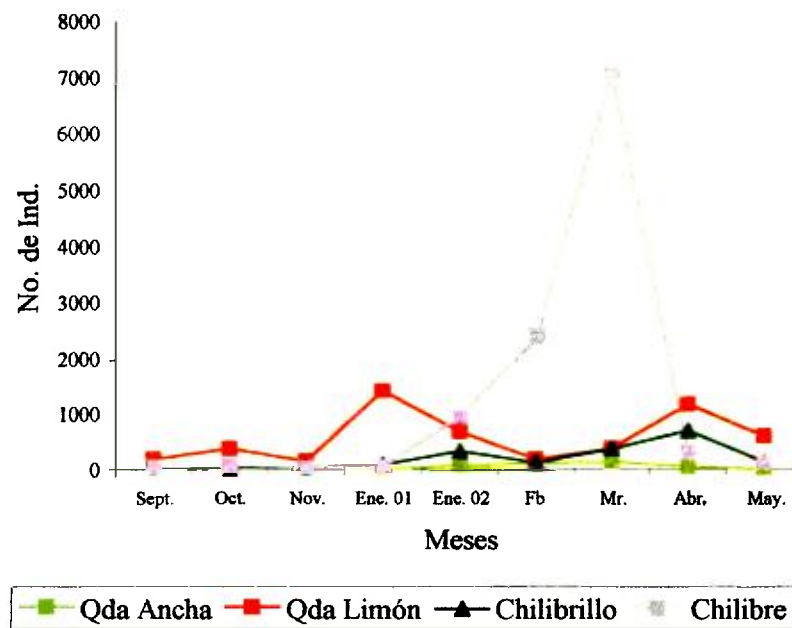
**Fig. 8c** Comparación de la concentración de NH<sub>4</sub> en los sitios de muestreo durante seis meses de estudio (n = 12).



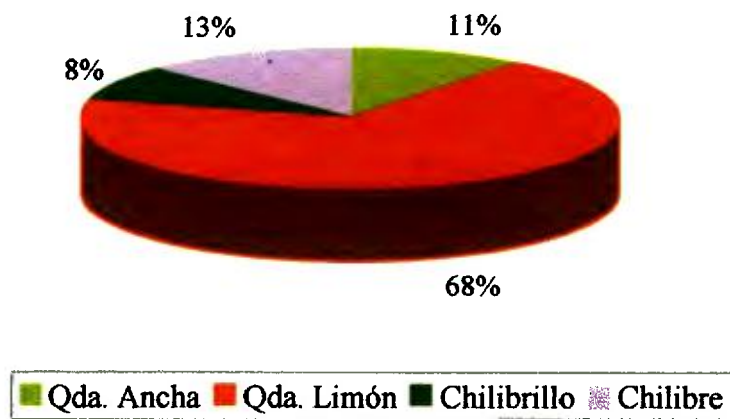
**Fig. 8d** Comparación del número de Chironomidae en los cuatro sitios de muestreo durante nueve meses de estudio (n = 27).



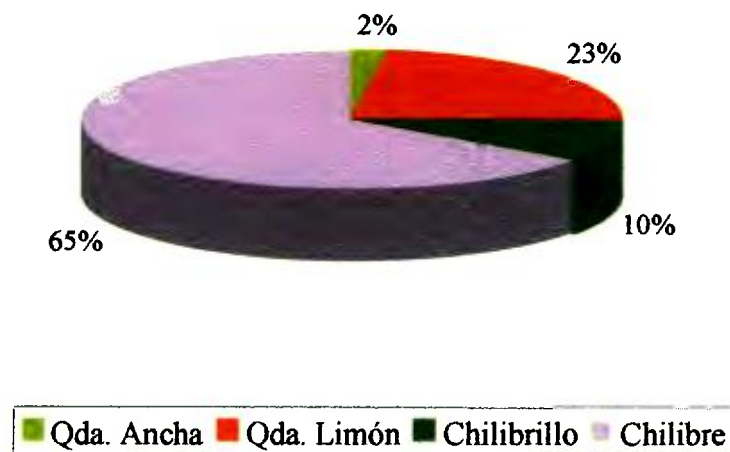
**Fig. 9** Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas por sitio de muestreo, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



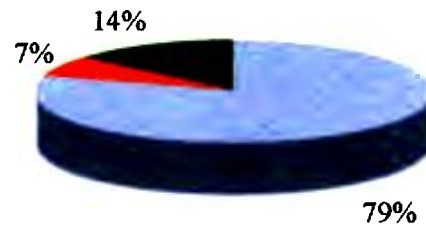
**Fig. 10** Fluctuaciones en la abundancia (No. de Individuos) de larvas de Chironomidae, por sitio de muestreo y mes de colecta.



**Fig. 11a** Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas durante la estación lluviosa (septiembre, octubre, noviembre 1999).

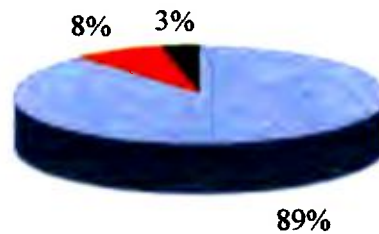


**Fig. 11b** Porcentaje de larvas de Chironomidae colectadas durante la estación seca ( enero 01 - abril 2000)



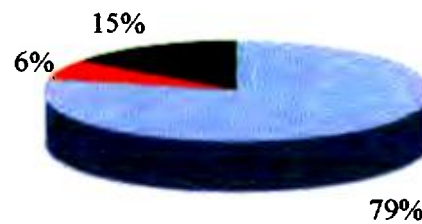
Chironominae Orthocladiinae Tanypodinae

**Fig. 12a** Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



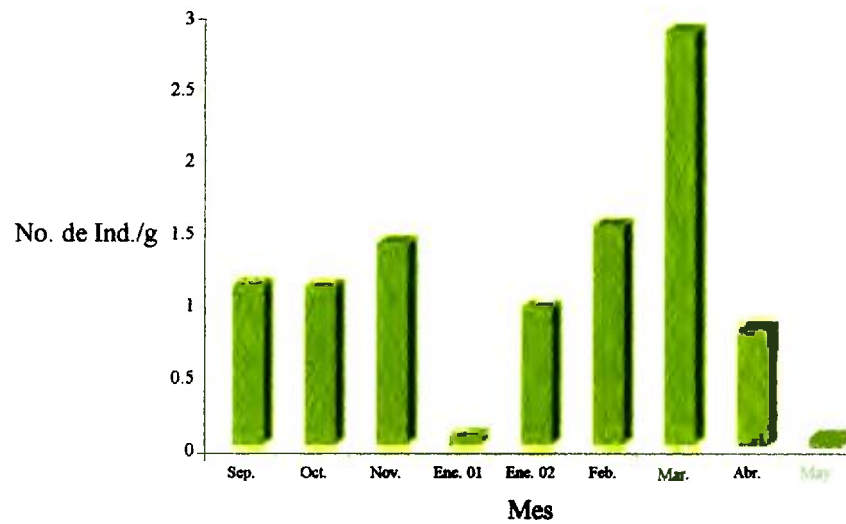
Chironominae Orthocladiinae Tanypodinae

**Fig. 12b** Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante la estación lluviosa (septiembre, octubre, noviembre 1999).

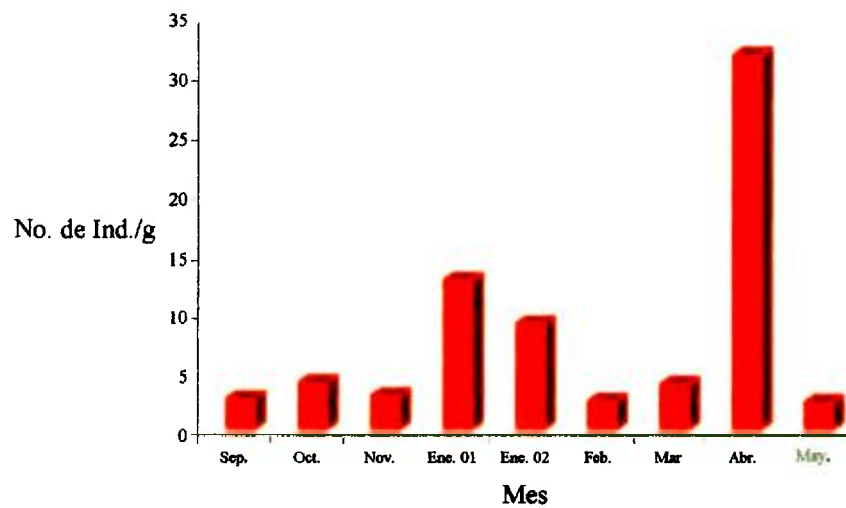


Chironominae Orthocladiinae Tanypodinae

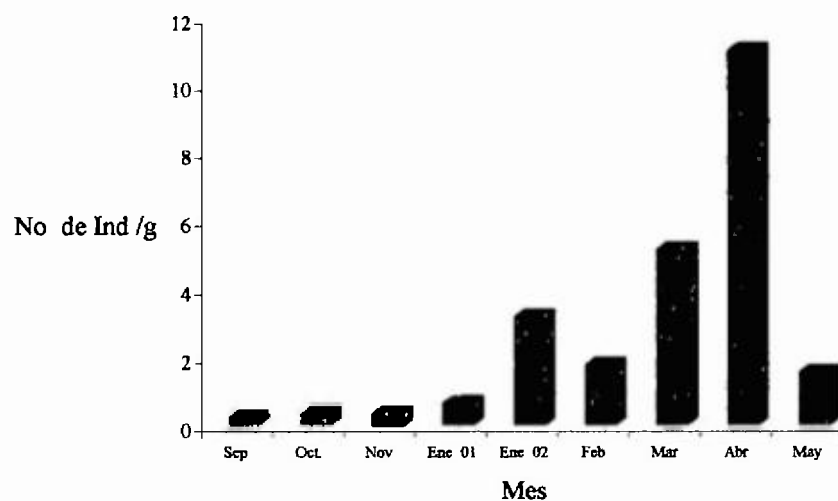
**Fig. 12c** Porcentaje de larvas de Chironomidae por subfamilia, durante la estación seca (enero 01 - abril 2000).



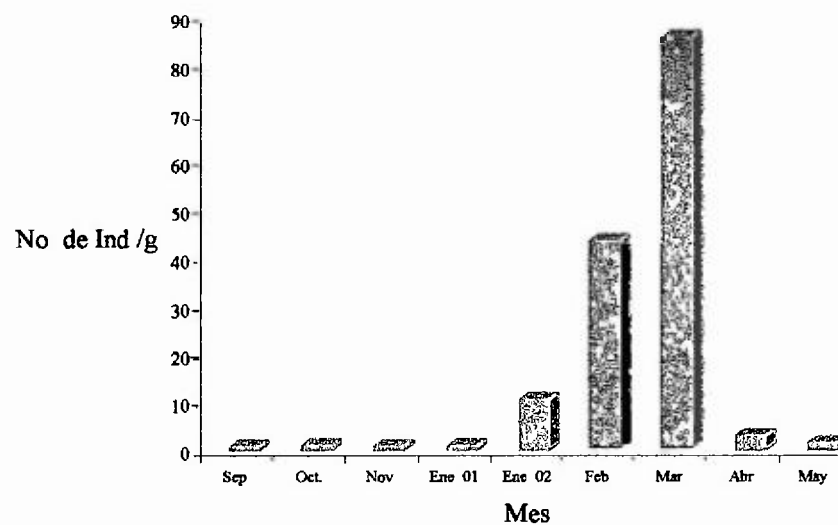
**Fig. 13a** Densidad (No. Ind./g) de larvas de Chironomidae en Quebrada Ancha, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



**Fig. 13b** Densidad (No. Ind./g) de larvas de Chironomidae en Quebrada Limón, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



**Fig. 13c** Densidad (No. Ind./g) de larvas de Chironomidae en Chilibrillo, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



**Fig. 13d** Densidad (No. Ind./g) de larvas de Chironomidae en Chilibre, por mes de colecta, durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



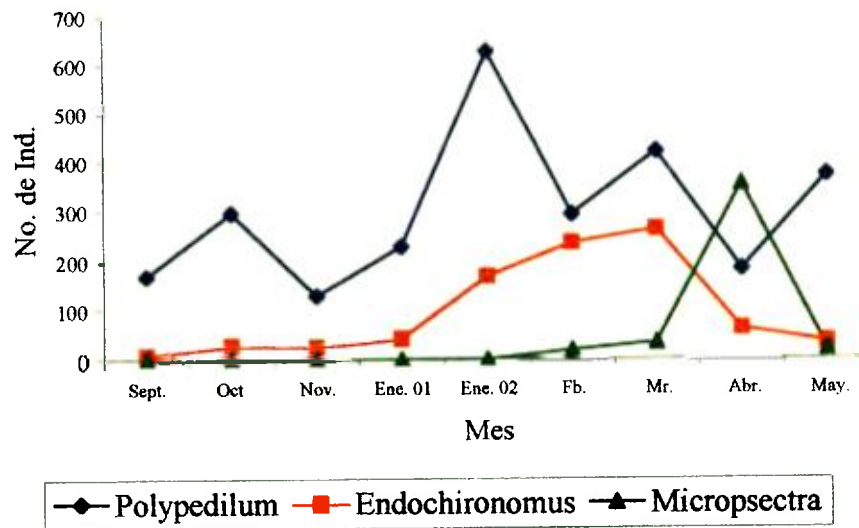
**Fig. 14a** Distribución del número de larvas del género *Polypedilum*, por sitio de muestreo.



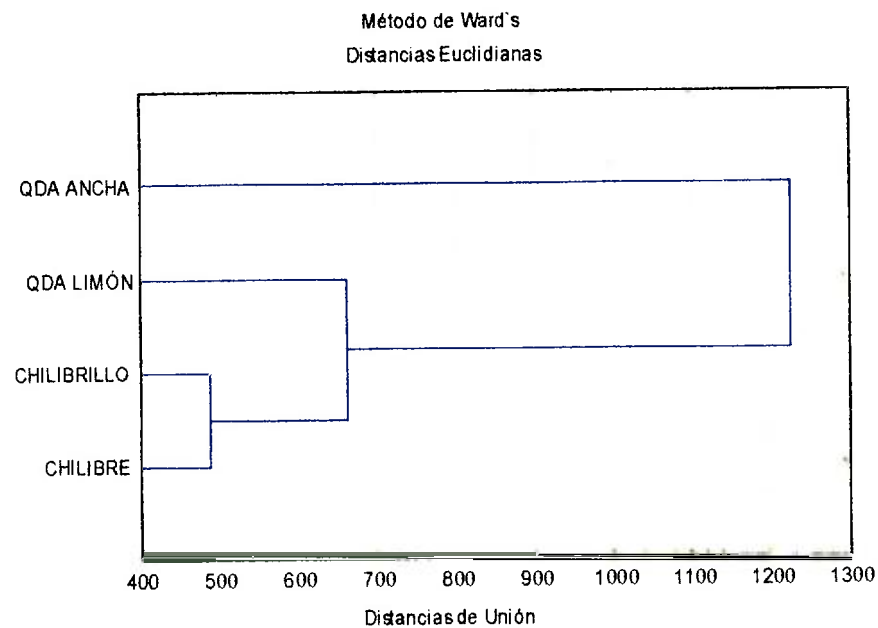
**Fig. 14b** Distribución del número de larvas del género *Endochironomus*, por sitio de muestreo.



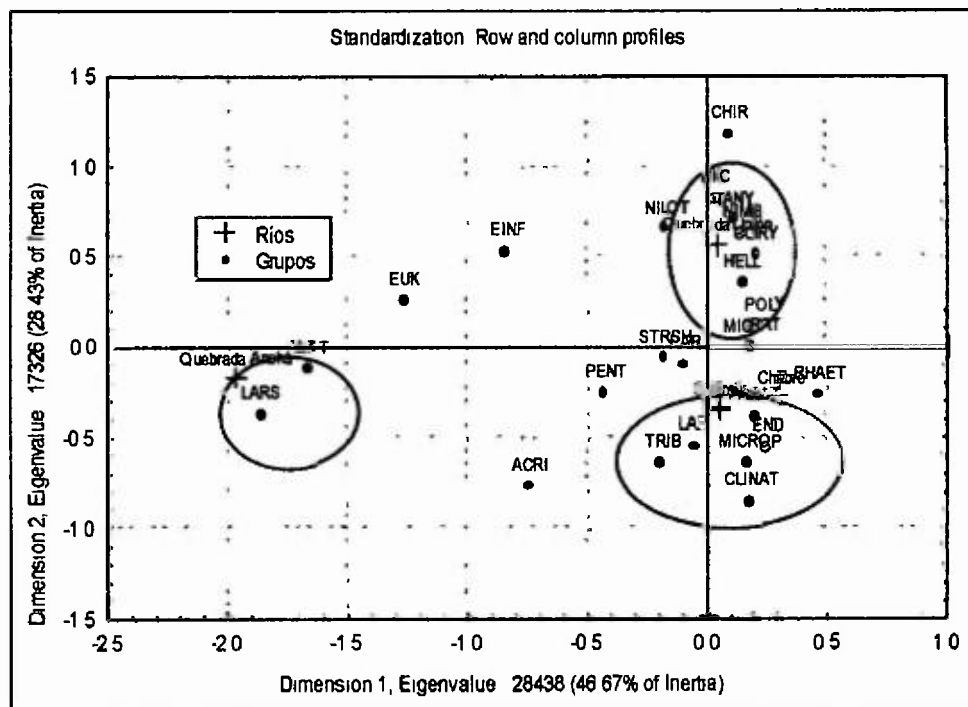
**Fig. 14c** Distribución del número de larvas del género *Micropsectra*, por sitio de muestreo.



**Fig. 15** Patrón de distribución temporal de los tres géneros más abundantes durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).

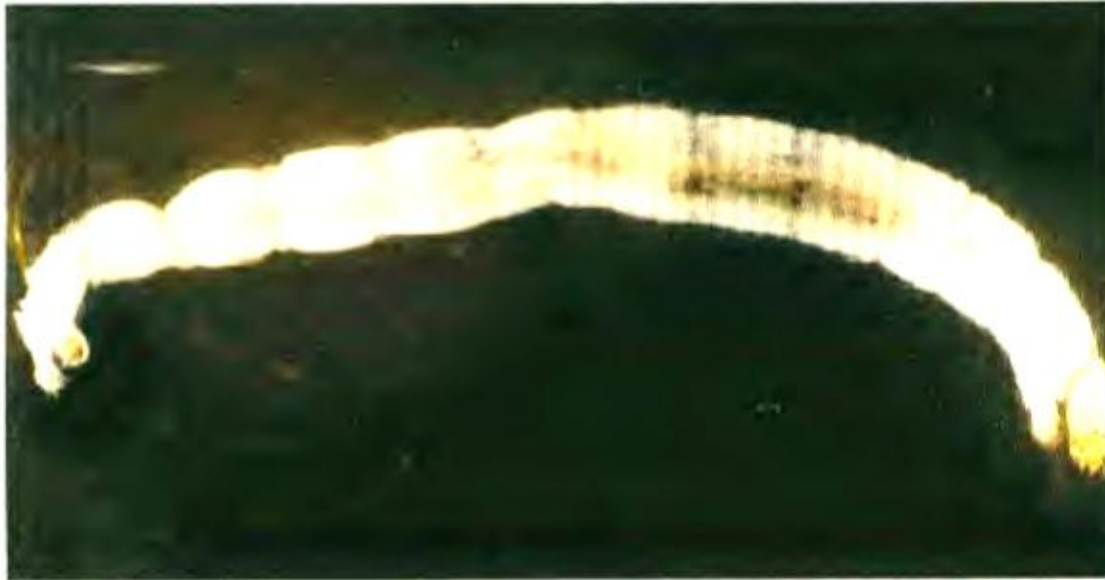


**Fig. 16** Dendrograma que resulta del Análisis Jerárquico Aglomerativo (Cluster), utilizando los géneros de la familia Chironomidae identificados durante el estudio (septiembre 1999 - mayo 2000).



**Fig. 17 Gráfica del Análisis de Correspondencia.**

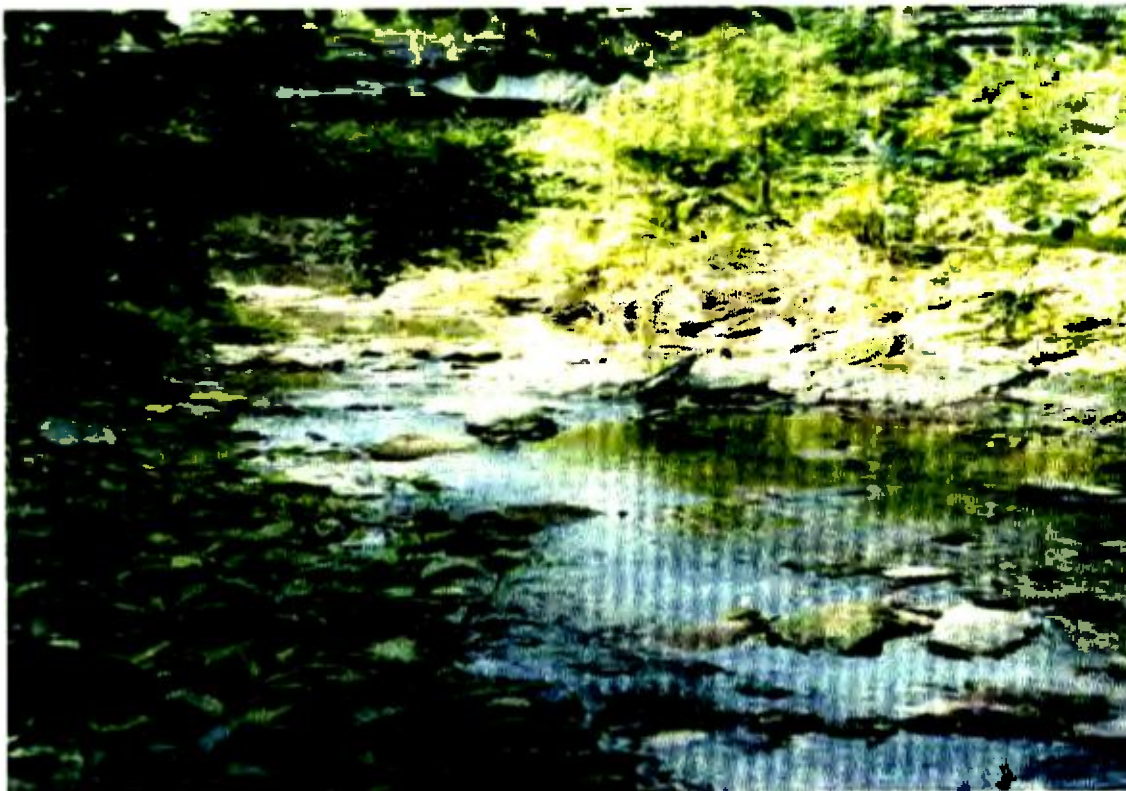
**FOTOS**



**Foto No. 1 Detalle de una larva de Chironomidae.**



**Foto No. 2 Vista general de la estación No. 1, Quebrada Ancha (31/3/00).  
Obsérvese la paja canalera en las orillas.**



**Foto No. 3 Vista general de la estación No. 2, Quebrada Ancha (31/3/00).  
Obsérvese el sustrato gravoso con piedras intercaladas que aumentan la  
capacidad de retención del sistema.**



**Foto No. 4 Vista general de la estación No. 3, Chilibrillo (26/5/00), obsérvese el  
cause mucho mas ancho que el de las anteriores.**



**Foto No. 5 Vista general de la estación No. 4, Chilibre (26/5/00).**



**Foto No. 6** Detalle de la acumulación de basura en la estación del río Chilibre durante la estación seca (31/1/00).



**Foto No. 7** Colecta manual de hojarasca, obsérvese la muestra en la bolsa de plástico (26/5/00).



**Foto No. 8 Medición del ancho del cauce en Quebrada Ancha (28/4/00).**



**Foto No. 9 Medición de la profundidad en la Quebrada Limón (28/4/00).**



**Foto No. 10 Medición del ancho del cauce en Chilibrillo (31/1/00).**



**Foto No. 11 Medición del ancho del cauce en Chilibre (31/1/00).**



**Foto No. 12 Medición de la velocidad en Quebrada Ancha (28/4/00).**