

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
(UNAN-LEÓN)
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA*



**DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE
MACROINVERTEBRADOS, INDICADORES DE CONTAMINACIÓN
EN LA “LAGUNA DE PALERMO ” DE LA CIUDAD DE LEÓN**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGIA

PRESENTADOS POR :

Br. Freddy Sequeira C

Br. German Hernández

Br. Pablo Rodríguez B

TUTOR:

LIC. CÉSAR HERNÁNDEZ

León, 03 de diciembre del 2003.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la oportunidad de finalizar una de nuestras metas.

A mi madre Adela Cantarero Rayo que con tanto sacrificio me ha dado la oportunidad de llegar hasta donde estoy, quien con su ejemplo y honestidad nos ha formado.

A mí hermana Anabell y a mi cuñado Walter García por su apoyo.

A Verónica y a mis hijas Jocelin y Anajancis , quien me motivaron para seguir adelante.

A nuestro tutor, Lic César. Hernández, por habernos permitido llevar a cabo esta investigación, ofreciendo su tiempo, conocimiento, apoyo y paciencia.

A todos aquellas personas que han influenciado en nuestra vida para lograr la culminación de ésta carrera para optar al título de Lic en Biología.

Freddy Sequeira Cantarero

INDICE

Contenido	Pag
Resumen	
I Introducción	1
II Objetivos	3
III Hipótesis	4
IV Marco teórico	5
Parámetro para determinar calidad de agua	6
Temperatura	6
Conductividad	6
Acidez	6
Alcalinidad	6
Actividad fotosintética	7
Dióxido de carbono	7
Dureza	7
Oxígeno disuelto	7
Organismo utilizado como indicadores de la calidad agua	7
Macroinvertebrados	8
Clasificación de macroinvertebrados	8
Índice de diversidad utilizado	12
Índice de Shannon-Weaver	12
Ventaja de utilizar el índice	12
Índice para evaluarla abundancia y distribución de indicadores ...	13
Generalidades de la laguna	14
Origen de la laguna	14
Principales impactos de la laguna	15
V MATERIAL Y MÉTODO	16
Ubicación del área de estudio	16
Fase de campo	17
Selección del sitio de muestreo	17
Descripción de las estaciones	17
Método utilizado para el muestreo	18
Colecta de los sustratos artificiales	18
Fase de laboratorio	19
Análisis de muestras	19
Análisis estadístico	19
Prueba estadísticas	19
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Análisis fisico-químico	21
Análisis del índice de diversidad	26
Análisis estadísticos	26
La t de student	26
La r de Pearson	27

VII CONCLUSIÓN	.....	28
VIII RECOMENDACIONES	.....	29
IX BIBLIOGRAFÍA	.....	30

ANEXOS

Mapa de león, ubicación del área de muestreo	.....	1
Croquis de la laguna de Palermo	.....	2
Parámetros fisico-químico de la laguna	.....	3
Relación de la diversidad de organismos	.....	4
Cálculo para obtener el índice diversidad de macroinvertebrado	..	6
Cuadro de análisis de la t student	.....	9
Gráfico de los parámetros fisico-químico	.....	10
Gráfico del índice de Shannon- Weaver	.....	14
Grafico de especies encontrada en la laguna de Palermo	.....	15
Figuras	.....	16
Glosario	.....	22

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la calidad del agua mediante macroinvertebrados indicadores de la contaminación, la relación entre macroinvertebrados y la contaminación ocasionada por los desechos de origen orgánico e inorgánicos. Durante un período de tres meses se tomaron parámetros físico-químico para determinar la influencia que tiene sobre la población acuática. El método de colecta se realizó mediante sustratos artificiales los que fueron colocados en lugares estratégicos por espacio de 30 días; cada estación tenía seis sustratos para la obtención de las muestras cualitativas y cuantitativas donde las familias más abundantes fueron Chironomidae 69%. Culicidae 6%. Simulidae 4 %. Libelulidae 4 %. Polycetropodidae , Coenagrionidae y Leptoplebidae con un 3%. Las cuales representan la fauna bentónica colectada. La diversidad fue calculada mediante el índice de Shannon-Weaver en los tres sitios de muestreo de la laguna de Palermo (parte inicial, parte media, parte final) obteniendo un resultado de $H' = 1.16$ lo que establece que la laguna se encuentra en un grado de alta contaminación, exceptuando el punto 2 de febrero y punto 3 de enero que es mayor de 1.5, Al aplicar la t Student comprobamos que la estación 2 vs 3 del mes de febrero se encontró mayor cantidad de macroinvertebrados indicadores de la calidad de agua, menor contaminación orgánica en el resto de comparaciones de las estaciones, se rechazó la hipótesis descrita anteriormente. Mediante el análisis estadístico de la (r) Pearson obtuvimos que los individuo vs Acidez $r = 0.9961$ $p = 0.057$, pH vs conductividad $r = 0.7680$ $p = 0.016$ temperatura vs oxígeno $r = 0.6820$ $p = 0.043$ estos presentaron una correlación positiva mientras que conductividad vs individuos $r = -0.9702$ $p = 0.156$ alcalinidad vs individuo $r = -0.9842$ $p = 0.0113$ dureza vs individuos $r = -0.8111$ $p = 0.398$ que nos indica que tienen una correlación inversa.

I INTRODUCCIÓN

Los ríos, lagos y lagunas son uno de los principales proveedores de aguas aprovechable para las comunidades humanas, pero la calidad del agua que fluye por los ríos, lagos y laguna está deteriorada.

La contaminación de estos cuerpos de agua superficial contribuye al deterioro, convirtiendo a este sistema en un problema que cada día se acrecienta en el occidente de Nicaragua, el uso indiscriminado de pesticidas para la agricultura a partir de los años 50, contaminó los ríos, lagos y lagunas. También el aumento de la población ha contribuido a la deforestación amenaza la extinción de algunas especies y la calidad de las aguas. Es notorio encontrar que la contaminación impacta las características del agua produciendo malos olores, alteración de color, temperatura, pH, aumento de nutrientes e incremento de la materia orgánica y una mayor demanda biológica de oxígeno. Para conocer la calidad de agua se debe realizar una serie de análisis físico-químico y con la ayuda de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua

El estudio de macroinvertebrados ha tomado gran auge a partir de los años 60 y en la actualidad continúan siendo de interés el uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, en los procesos de la contaminación. Se ha demostrado que la calidad del agua no solo puede ser determinada por los factores físico-químico, la naturaleza también tiene su modo y es a través de los macroinvertebrados.

El estudio de la contaminación de los cuerpos de agua se realiza mediante el uso de macroinvertebrados acuático como indicadores de la calidad de agua, el que tiene cada vez más aceptación entre los ecólogos según reporte es un método usado en el estudio de los impactos ambientales, causado por el desarrollo de la ingeniería (Roldán, 1988.)

Estos organismos dependen del grado de confianza que ofrezcan en la evaluación de un ecosistema acuático (Martínez, 1995).

La laguna de Palermo está ubicada en el km 16 ½ carretera León -Poneloya presenta problema de calidad de agua, por la adición de sustancia de origen agrícola y doméstico que podrían ser materia inerte ó viva (como microorganismos que

proliferan en estas condiciones) en consecuencia se da la disminución de algunas especies de macroinvertebrados y la proliferación de otros que actuarán como indicadores de calidad de agua. En la laguna de Palermo existen especies como (peces y camarones) que son utilizados para el comercio y la subsistencia de las comunidades aledañas.

Es importante por que puede contribuir al mejoramiento del ecosistema local y la situación ambiental por ser una de las fuentes de alimento y refugio a la fauna silvestre y pobladores aledaños, dicho aprovechamiento radica en el consumo humano y el desarrollo de la biodiversidad.

La laguna está sufriendo continuos deterioros debido a la contaminación, sobre pastoreo y deforestación inapropiada por lo que requiere una planificación de forma adecuada.

El estudio de la laguna permitió comprender la estructura y el funcionamiento de los diversos sistemas naturales con el objetivo de determinar la intervención apropiada que permita su recuperación y protección del mismo.

La presencia de macroinvertebrados sirve como fuente de alimento para la fauna silvestre, proporcionan proteína a peses que son recursos valiosos para los pobladores aledaño.

En este estudio esperamos que sirva como base para posteriores estudios, aportar conocimiento para que la población tome conciencia de la importancia de la laguna para el presente y un futuro donde escasee este recurso.

Dar a conocer la utilidad y el estado en que se encuentra la laguna a las autoridades que le competen para contribuir a la solución del manejo ordenado de la laguna.

II OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la abundancia de macroinvertebrados bentónicos y relacionarla con la calidad del agua de la laguna de Palermo.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar las especies de macroinvertebrados bentónicos indicadores de contaminación.
- Relacionar la presencia de macroinvertebrados con algunas variables físico-química.
- Valorar la abundancia relativa de especie y la calidad de agua a través del índice Shannon-Weaver.

III HIPÓTESIS

H_0 = A mayor cantidad de macroinvertebrados indicadores de aguas limpias menor es la contaminación.

H_1 = A mayor contaminación, menor cantidad de macroinvertebrados indicadores de aguas limpias.

IV MARCO TEÓRICO

Las aguas catalogadas de baja calidad mediante el monitoreo biológico, son considerado como impropias para la mayoría de los usos, sin embargo, las aguas que obtienen una clasificación de buena calidad ecológicamente hablando y que se considera aceptable para la mayoría de los usos (Ejemplo Piscicultura) pueden presentar organismos patógenos o trazas orgánicas de alto riesgo, por lo tanto no son aceptables para el suministro de aguas públicas, debido a que son necesarias las pruebas microbiológicas y químicas específica para complementar la información (Martínez, 1988).

Cuando se habla de calidad de agua se debe comprender las características físico, química, y biológica del agua en su estado natural, los problemas de calidad de agua se resuelven una vez que se haga un estudio metódico que permita identificar las impurezas.

La presencia de contaminantes químicos incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos que proviene de la descarga doméstica, agrícola e industrial, los cuales sedimentan en la laguna, no se degradan en corto tiempo provocando la contaminación de la laguna.

Dentro de las principales causas de la contaminación se debe a la presencia de sustancias tóxicas, sales metálicas solubles y a contaminantes biológicos

Sustancias tóxicas como: plomo, mercurio, detergentes y compuestos químicos orgánicos de tipo sintético.

Sales metálicas solubles incluyen cloruro, sulfato, nitrato, fosfato, carbonato y ácidos de azufre, amoníaco, sulfuro de hidrógeno y cloruro. Originando la corrosión de metales y concreto que pueden ser mortales para la vida acuática

Contaminantes biológicos incluye bacterias y virus que provocan enfermedades, algunos participan en la descomposición de compuestos orgánicos del agua, los virus indeseables producen enfermedades como: tifoidea, la disentería, poliomielitis, hepatitis y el cólera por eso es necesario tratar adecuadamente el agua

La presencia de contaminantes ocasiona la disminución del oxígeno en el agua, reduciendo el número de especies y la desaparición de algunos grupos taxonómicos, la reducción de la biodiversidad y también enfermedades por contacto a los seres vivos.

Parámetros físicos-químicos para determinar la calidad del agua.

La temperatura

La temperatura del agua es un parámetro importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción y en la aplicabilidad del agua a múltiples usos, los rangos entre 20-30°C son propicios para la vida acuática. El aumento de la velocidad de reacción química supone también un aumento de temperatura junto con la disminución del oxígeno presente en aguas superficiales y pueden causar graves agotamientos del oxígeno en los meses de verano (Metcalf, 1981).

Conductividad

La conductividad eléctrica mide la cantidad total de sustancias o minerales disueltos en las aguas naturales, se obtiene información como magnitud de la concentración iónica, los iones responsables de la conductividad son los macro nutrientes (calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonato, cloruro, sulfato) también proporciona información a cerca de la productividad primaria y la descomposición de la materia orgánica, detección de las fuente de contaminación y la naturaleza del terreno.

Los valores normales de la conductividad oscilan entre 30 y 60 $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$. Si su valor es por debajo de 30 son aguas poco productivas (oligotróficas) pero si los valores están por encima de 60 son aguas (eutróficas) con alta productividad (Roldán, 1988)

Acidez

Se refiere al exceso de iones de hidrógeno en una solución acuosa con relación a los que existen en el agua pura, capacidad de una base para unirse a uno o varios equivalentes de hidrógeno, se expresa por el denominado pH. Cuando el valor es 7 este se considera neutro y a medida que desciende se vuelve más ácido (Margalef 1983)

Alcalinidad

La alcalinidad es una medida de la capacidad que tiene para absorber iones de hidrógeno, sin tener cambios significativos en su pH (capacidad de neutralizar ácidos) Según Margalef 1974 es una sustancia amortiguadora que permite recibir ácidos sin sufrir cambios fuerte, importante para el tratamiento del agua natural y residual, el exceso no produce efecto nocivo en la salud de los consumidores, presenta un sabor desagradable.

La actividad fotosintética es el fenómeno mediante el cual el CO_2 se combina con el agua en presencia de luz y de clorofila para formar carbohidratos y producir oxígeno. La actividad fotosintética consume el CO_2 lo que hace que el medio se vaya basificando cada vez más, hasta llegar a un pH de 8.3

Dióxido de carbono es producido por la respiración de los organismos, bien produce CO_2 el H_2CO_3 parte del carbonato pasa a bicarbonato, amortiguando la producción de exceso de ion hidrógeno.

El CO_2 llega al cuerpo de agua por la transpiración de los organismos, así también por la descomposición de la materia orgánica donde las concentraciones mayores a 25 ppm, pueden ser letales para la vida acuática (Roldán, 1992)

Dureza está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presente en ella. La dureza del agua se clasifica en muy duras, duras y dureza media. Se identifican como aguas muy duras los mayores de 180 $\mu\text{s/cm}$, de 120 – 180 $\mu\text{s/cm}$ son aguas duras y de 60-120 $\mu\text{s/cm}$ aguas con dureza media.

Oxígeno Disuelto es uno de los gases más importante en la dinámica y caracterización de los ecosistemas acuáticos y llega por difusión de la atmósfera o por fotosíntesis. El aumento de oxígeno se debe a la fotosíntesis y juega un papel fundamental en aguas lénticas. Cuando aumenta la temperatura disminuye el oxígeno del agua. (Odún, 1974)

Organismos utilizados como indicadores de calidad de agua.

Bacterias: tienen respuesta rápida a cambios incluyendo la contaminación, su desventaja es que se incluye al microorganismo que no han sido originada en el punto de muestreo, esto requiere de equipo especializado

Protozoarios: valores saprobicos bien conocidos, rápida respuesta a cambios, fácil muestreo; la desventaja es que tienden a presentarse en medios naturales.

Algas: toleran la contaminación, indicadores usados para la eutrofización e incremento de turbidez, la desventaja es que no son usados para la contaminación severa orgánica y problemas de muestreo en ciertos grupos.

Macrofitas: son especies fija en el sustrato, fácil observación e identificación, indicadores de material suspendido y enriquecimiento de nutrientes. Desventaja: respuesta a la contaminación no bien documentada. (Roldan, 1992)

Macroinvertebrados: bajo este termino se agrupan todo aquellos organismos que pueden ser observados a simple vista, o sea aquellos organismos que poseen tamaño superior a los 5 mm de largo entre ellos tenemos: poríferos, hidrozooos, túrbelarios, anélidos, insectos, arácnidos, bivalvos, crustáceos, gasterópodos y mollusca. (Roldán, 1992)

Los macroinvertebrados se utilizan como indicadores de calidad de agua por ser sensibles a los cambios en el ambiente, por esta razón son usados para determinar la contaminación de las aguas, demostrado en numerosos estudios. (Kadler R, 1996)

El hábitat acuático se refiere a las características de los lugares en los cuales viven diferentes grupos de macroinvertebrados. Así unos viven enterrados en el sustrato, otros sobre el sustrato, adherido a rocas, unos nadan sobre la superficie, otros prefieren corrientes rápidas, otras prefieren corrientes lentas, unos prefieren sustrato arenoso otros prefieren sustratos pedregosos (Roldán, 1988)

Los cambios en el ecosistema ocasionan alteraciones, no siempre causan perjuicio creando a algunas especies resistencias, los que actuaran como indicadores y entre más rara sea la especie lo hace mejor indicador (Odún, 1974)

Los indicadores de aguas contaminadas son: anélidos, coleópteros y ciertos dípteros. Los efemerópteros, trichópteros y plecópteros son indicadores de aguas limpias pero es mejor hablar de género, pues no todo los anélidos son indicadores de aguas contaminadas (Martínez, 1988)

Clasificación de macroinvertebrados

El phylum artrópodo en el se encuentra la clase insecta, se caracteriza por presentar un exoesqueleto endurecido, algunos son articulados e incluyen la clase crustácea, insecta y conchostracea.

Dentro de los artrópodo solo los crustáceos son principalmente acuáticos, pues respiran por branquias, se caracterizan por tener caparazón quitinoso que protege el cuerpo completo y que el animal muda periódicamente para poder crecer, su reproducción es sexual, sexo separados organismos reproductores para la fecundación suele ser interno, tiene el cuerpo dividido Cabeza (piezas bucales y antena) Tórax (segmento con patas) y Abdomen (organismos copuladores en el macho y en la hembra apéndice para almacenar los huevos.

Orden Ephemeroptera reciben este nombre debido a su vida corta o efímera que lleva como adulto, algunos viven solo cinco minutos en este estado, pero la mayoría viven de tres a cuatro días alcanzando la madurez sexual y se reproducen, depositan sus huevos en la superficie del agua, respiran a través de agallas generalmente abdominales, variando en forma, género y número de acuerdo a la especie, viven regularmente en corrientes limpias y bien oxigenadas, algunas especies parecen resistir ciertos grados de contaminación, la ninfa es prácticamente herbívoro se alimentan de algas y tejidos de plantas. En general se considera indicadores de buena calidad de agua, importante en la dieta de peces. (Roldan, 1988)

Orden Díptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados junto con lepidópteros y trichópteros, son holometábolos, se encuentra adherido a rocas o vegetación flotante, el período de larva puede ser una semana como simuliidae hasta un año como tipulidae, larvas de díptero carecen de patas torácicas, cuerpo formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales, respiran por cutícula o mediante sifones aéreos, otros por pigmento respiratorio (Hemoglobina) para sobrevivir en zonas escasas de oxígeno; hábitat variado. Existen representantes de aguas limpias como simuliidae o contaminadas como tipulidae y chironomidae. Algunos utilizan la hemoglobina para almacenar oxígeno y comúnmente se llaman gusano de sangre.

Dentro del orden díptera, miembros de la familia chironomidae como: las larvas de estos insectos tienen una fuente de alimento, la materia orgánica sedimentada en los fondos de la masa de agua de ríos, lagos y zanjas, al ser abundante es importante por ser fuente de alimento de peces.

Ecológicamente la presencia de chironomidae puede tomarse como un indicador de contaminación. Otros miembros de este orden perteneciente a la familia syrphidae es el género *Eristales*, tiene bases alimenticias en la materia orgánica líquida, en putrefacción, otra se alimenta de pulgones. (Roldán, 1988)

Existen dos miembros de importancia e interés sanitario. Las larvas que pertenecen a la familia culicidae se alimentan de materia orgánica y de microorganismos que se encuentran en el agua o sobre de ella. Las hembras procuran sangre para comer, necesaria para la reproducción, los géneros *Anopheles* y *Aedes* transmiten enfermedades a los humanos como el dengue, fiebre amarilla y malaria. Los miembros de la familia muscidae crían larvas en la materia orgánica en putrefacción. Las moscas adultas transmiten enfermedades peligrosas y extendidas como la tifoidea, cólera, tracoma y varias clases de disentería.

Orden Odonata llamado libélula o caballito del diablo, son hemimetábola, periodo larval acuático vida de pocos días hasta tres meses, larva generalmente depredadora para lo cual juega un papel muy importante su aguda visión, intercambio gaseoso a través de la piel y agallas anales, viven en aguas limpias o ligeramente eutrófica.

Orden Trichóptera son insectos holometábolos; las larvas viven en todo tipo de hábitat (lótico o léntico) requiere de uno a dos años para su desarrollo a través de los cuales pasan por cinco a siete estadios; Adultos muy activos en la primera hora de la noche. La hembra deposita sus huevos encerrados regularmente en una masa gelatinosa, tiene gran capacidad de construir su casa portable, se alimenta de materia vegetal y algas que se encuentra sobre las rocas.

Viven en aguas corrientes, limpias y bien oxigenada se encuentran debajo de rocas, troncos y metería vegetal otros viven en aguas quietas, son buenos indicadores de aguas oligotróficas. Tiene presencia o no de placas esclerotizada en los segmentos torácicos, presencia o ausencia de agallas branquiales en el abdomen.

Orden Plecoptera los plecóteros se caracterizan por presentar antenas largas, agallas torácicas en posición vertical a veces agallas anales, respiran por agallas, viven en aguas bien oxigenada, debajo de piedra, troncos, ramas, hojas, son indicadores de aguas limpias.

Orden Hemíptera son llamados también chinches de aguas, presentan parte bucal modificada, tiene pico chupador insertado cerca del extremo anterior de la cabeza, son hemimetábola es decir metamorfosis simple gradual huevo, ninfa y adulto, dispone de varias adaptaciones para tomar el oxígeno del aire, como tubos anales, canal abdominal y nervio dorsal donde están localizado los espiráculos, poco resistente a corrientes rápidas, resisten cierto grado de salinidad y aguas termales, son depredadores de insectos acuático y terrestre, especies grandes se alimenta de peces y crustáceos.

Orden Coleóptera muchos de ellos semiacuáticos, otros acuáticos tienen cuerpo compacto los adultos, antenas visibles, forma tarsal importante para su clasificación, larvas presentan formas muy variada, con cápsula esclerotizada en la cabeza, el abdomen está dividido en externito generalmente el último externito presenta un opérculo, presenta metamorfosis completa, adulto diferente de las larvas, ciclo huevo, larva, pupa y adulto. Viven en aguas lólicas y lénticas, viven en aguas limpias bien oxigenada estos se encuentra diferentes niveles: herbívoros, carnívoro y detritívoro.

Phylum Anélida a este pertenece la clase oligochaeta y hirundinea son de aguas dulce, tienen estructura igual a la terrestre como lombriz de tierra, algunos se desplazan arrastrándose, otros nadan, se alimentan de algas filamentosas, diatomeas, detritus de plantas y animales, intercambio gaseoso lo realiza a través de la piel, reproducción sexual y asexual, viven en aguas eutróficas, fangos donde escasea el oxígeno, ríos contaminados (Red Hemisférica, 1999)

Clase poríferos (esponjas) son organismos muy simple carece de verdaderos órganos del sentido, pluricelulares, primitivos, tiene forma de saco con pedúnculo para fijarse en rocas y planta el cuerpo esta perforado por infinidad de orificios por donde penetra el agua y partículas alimenticias, su esqueleto formado por espícula calcáreas o más corriente silíceas, uso para el baño, se reproducen por óvulos y espermatozoides a la vez pueden fecundarse a sí misma.

Clase Hidrozoo Tiene pequeño tamaño un poco más de 10 cm pocos adaptados al agua dulce, alterna su vida entre la forma medusoide y polipoide, gran parte pasa a hidra sin pasar por la fase medusoide, presenta delicada forma ramificada, algunos forman colonia que se asemejan a verdaderos corales (Antozoo) su huevo fertilizado da lugar a un pólipo Cecil el cual brota de forma asexual, liberando una o más medusas.

Phylum Mollusca cerca de las tres cuartas partes de los moluscos son gastrópodos, este grupo incluye a los invertebrados que tienen cuerpo sin segmento cubierto por una piel carnosa, encerrado a menudo en una concha, incluye a los de aguas dulce (clase bivalva) y caracoles (clase gastrópoda) (Roldán, 1988)

Clase Gastrópoda la mayoría posee una concha enrollada en espiral, posee una porción muscular que se proyecta fuera de la concha llamada pie, la mayoría son herbívoros se alimentan de algas y residuos vegetales, algunos tienen respiración estrictamente acuática por medio de agallas otros poseen cavidades pulmonares para tomar el oxígeno del aire, existen individuos hermafroditas, otros tienen sexo separado son depredados por sanguijuelas, larvas de hemíptero, coleóptero, odonato, aves y peces. Viven en lugares de muchas sales y especialmente de carbonato de calcio requiere de altas concentraciones de oxígeno. (Roldán, 1988)

Clase bivalva (almejas de agua dulce y mejillones) su cuerpo es comprimido lateralmente y encerrado en una concha, presentan anillos de crecimiento visible, abundan en pantanos, fijos a la vegetación o enterrados en el sustrato, presentes en aguas contaminada, se alimenta filtrando los alimentos suspendido, presente en lugares donde el pH es por encima de siete. (Roldán, 1988)

Índice de diversidad

Índice de Shannon-Weaver es un índice que es más sensible a los cambios en las especies raras de la muestra. Se basa en los postulados de la teoría en la información y utiliza la función H' para tratar de estimar la calidad de agua mediante ajuste (Mason, 1984)

Los valores van de 0 – 1,5 indicando aguas contaminadas, de 1,5 – 3,0 aguas medianamente contaminadas y de 3,0 – 5,0 aguas limpias (Roldán, 1988)

$$H' = \sum_{i=1}^s (Pi)(\sum \ln Pi)$$

Donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Weaver.

S = número de especies.

Pi = proporción del total de la muestra perteneciente a las especies.

Este índice es afectado por el tamaño de la muestra: muestras mayores tienden a dar mayores valores del índice sin tener diversidades mayores.

Por lo tanto deben utilizarse en la comparación muestras de igual tamaño o aplicar la formula corregida para el tamaño de la muestra

$$H'c = H' + (s-1)/2 \sum (ni)$$

Donde $ni = pi$

La ventaja de utilizar el índice de diversidad nos lleva a:

- a) Establecer relaciones entre el índice resultante y el estado del ambiente, en ocasiones ambientes alterados, contaminados o bajo la presencia de sustancias nocivas) presentan índices de diversidad altos, mientras que en ambientes sanos nos proporciona un índice bajo.
- b) Los valores pueden variar en dependencia de la ecuación usada para calcular el método de muestreo y el nivel de significación.

- c) Se analizan exclusivamente la composición de especies sin importar que la especie pertenece a uno o más género, familia u orden. (Roldan 1992)

Índice para evaluar la abundancia y distribución de macroinvertebrados

Existen otros índice como: BMWP (Biological Monitoring Working Party), HBI (Hisenhoff Biotic index) y Norris & Hawkins.

BMWP (Biological Monitoring Working Party) a través de este índice se calcula la riqueza y diversidad de especies, para estaciones representativas.

Para valorar la calidad biológica del agua se establecieron cuatro tipos de estaciones, para cuba teniendo en cuenta los estándares propuesto de estaciones para Europa BMWP y FBI para Norte América.

Tipo 1 Excelente calidad de agua (estación con fondo pedregoso-arenoso, 300 msnm, 15-20 °C velocidad 0.7 m/s.

Tipo 2 Calidad buena (estación con fondo pedregoso y arenoso, 600 msnm, 10-20 °C.

Tipo 3 Calidad del agua regular (estación arenoso-fangoso, pedregoso y fangoso.

Tipo 4 Mala calidad de agua (fangoso) velocidad menor de 0.5 m/s, por debajo de 50 msnm, 24-31°C.

La diferencia del BMWP es que es un índice únicamente cualitativo y el FBI involucra datos cualitativos y cuantitativos.

El BMWP en época de lluvia donde por efecto de arrastre de macroinvertebrados provoca por la crecida del río la presencia o ausencia de algunas taxas, afectando circunstancialmente los valores de BMWP.

Estos primeros cuantifican el estado del río comparando los puntos de referencia, muestreando con característica física, química y similares, los puntos de referencia son caracterizados en función de las especies que alberga en ausencia de alteraciones humanas destacándose BMWP.

HBI (Hisenhoff Biotic index) está basado en el protocolo de bioensayo rápido II los valores de tolerancia que se utilizan presentan una escala de no tolerante (0) a tolerantes (10) los valores de tolerancia aparece en los modelos predictivos y multiuso, mientras que en el modelo multi-numérico puede cuantificar la integridad biológica valorando los atributos biológicos y comparándolo con valores esperados, estos se determinan mediante una regionalización que identifican áreas especialmente discretas en la que los rangos de los valores es el menor para cada indicador cuyo modelo más utilizado es el HBI.

Norris y Hawkins (2000) destacan metodología predictivas.

- 1) Predice la composición de la biota en los lugares de muestreo permitiendo medidas directas de la pérdida de la biodiversidad.
- 2) Las evaluaciones no requieren de asunciones que consideran los tipos específicos de estrés que afecta a la biota.
- 3) Usa datos independientes en la conexión de los puntos de referencia con los muestreos, por lo tanto aunque los modelos multinuméricos reducen la complejidad de los datos y facilita la presencia del mismo. (Norris 2000)

Generalidades de la laguna de Palermo

Origen de la laguna

El origen de la laguna está basada en evidencias geológicas, la zona se originó por movimientos geológicos al final del terciario y principios del cuaternario, productos de actividades volcánicas, demostrado en la composición del suelo, es piroclástico y sedimentario producto de fracturas de rocas duras y cobertura del suelo aluvional la cual le sirve de lecho al charco siendo de origen tectónico.

En la época de invierno es cuando se da la inundación de la laguna, la corriente de aguas proviene de la cordillera de los Maribios que ayuda a la circulación de la masa de agua y provoca el enfriamiento de sus aguas pero deja material alóctono con material orgánico e inorgánico, característico del relieve y las condiciones climáticas que inciden directamente por su conformación hidrográfica que al final sedimentará en la laguna siendo excesivo en el aspecto de nutriente (Urbina, 1988)

La laguna presenta un micro clima referido a la posición en que este se encuentra teniendo un clima local. (Urbina, 1988)

Principales impactos de la laguna

El deterioro es causado por la adición de sustancias no puntuales que vienen a contaminar las aguas produciendo cambios físicos y químicos, dicha contaminación produce la reducción del número de especies y la eliminación completa de algunos grupos taxonómicos dando lugar a la desaparición de la biodiversidad y afectando masas de agua que pudieran ser utilizadas para riego.

El arrastre de químicos y metales pesados viene a incrementar los niveles de sustancias tóxicas en los ecosistemas, la mayoría de estos no son degradables y permanecen por mucho tiempo en el ambiente.

La erosión del suelo se da por la deforestación producto del arrastre de sedimentos, por las escorrentías en épocas lluviosas y por los vientos en épocas secas (Urbina, 1988)

V MATERIAL Y MÉTODO

Ubicación del área de estudio

La laguna de Palermo se encuentra ubicada en el kilómetro 16 y medio carretera León-Poneloya en el lugar conocido como Palermo, con una elevación de 15 msnm a una longitud de 86°59'30'' y una latitud de 12°23'30.'' (Ver anexo del área de estudio). Su clima es tropical de sabana, con un período lluvioso local de 4 a 5 meses, con una precipitación de 1800 mm al año; su temperatura de 18°C, presenta un área de 3,675 m² y una profundidad promedio de 1.13 m durante la época lluviosa, presentando un ancho promedio de 62.5 m. (Incer, 1998)

Observaciones realizadas por los autores determinaron que el origen de esta laguna proviene del río San Cristóbal que tiene su nacimiento en el lugar conocido como Santa María, empieza su recorrido por la comarca San Antonio hasta llegar a Palermo donde se forma la laguna del mismo nombre (laguna de Palermo) durante la época lluviosa cuando la laguna alcanza su nivel máximo; sus aguas siguen su recorrido hacia el lugar conocido como la Gallina suministrándole agua a la laguna Balacera, Hernández, el Charco y laguna Papalón llegando hasta la comarca el Obraje en San Silvestre.

Durante la época seca que es más largo de 7 a 8 meses los niveles de las aguas decrecen cortando el suministro de agua a estas últimas lagunas y charco, dejando el terreno fangoso con pequeños charcos dándole lugar al crecimiento de maleza y pasto para el ganado. (Urbina, 1988)

Las principales fuentes de contaminación son agua de uso doméstico, arrastre de la erosión eólica de los campos de cultivo que vierten en el río San Cristóbal y sedimentarán en la laguna.

Existe la presencia de pequeña comunidades que están asentadas cerca de la ribera, también pequeños y grandes cultivos que con las lluvias lavaran y arrastraran los compuesto que sean integrado al cultivo, para luego ser integrado al río, que sedimentarán en la laguna.

El presente estudio se realizó durante un período de tres meses que comprendieron los meses de diciembre del 2000 a febrero del 2001 (período seco) Realizando la recolecta de macroinvertebrados cada 30 días después de ser depositado, durante un

periodo de tres meses. El presente estudio se dividió en dos fases: fase de campo y fase de laboratorio.

Fase de campo

Dicha fase consistió en visitas previas para ubicar el lugar con ayuda de mapas, se realizó la descripción física y ecológica del mismo que ésta a su vez nos llevó donde ubicamos nuestros punto de muestreo.

Selección del sitio de muestreo

Se ubicaron los sitios de muestreo de manera que quedara cubierta la parte representativa de la laguna, dividiendo la laguna en tres estaciones Inicial (estación I) tomando en cuenta que es el punto de entrada y es donde esta la mayor afluente, se cree que se da la acumulación de contaminante, media (estación II) por ser el lugar que pasan las aguas de la primera estación aquí deberían de haber menor contaminación y mayor sedimentación, final (estación III) se eligió por presentar un ecosistema diferente y ser el lugar de suministro hacia las otro fuentes.

Descripción de las estaciones de muestreo

Estación 1. Se ubicó al oeste a 65 m del puente de Palermo, sus aguas son turbias de color verduzco y su olor poco agradable, con una profundidad de 1.60 m se caracteriza por abundantes plantas acuáticas, bosques a su alrededor lo que no permite la incidencia del Sol durante todo el tiempo. El sustrato es fangoso con rocas, tronco de árboles en estado de descomposición.

Estación 2. Está separada de la primera estación por el puente Palermo que mide 6.92 m de ancho construido en 1925 tiene una profundidad de 0.60 m. La estación 2 está ubicada hacia el este a 125 m de la primera estación, el agua es de color café y olor poco agradable, se caracteriza por una variedad de sustrato como piedras, tronco y chatarra, es fangosa, esta área recibe las aguas de la primera estación.

Estación 3. Se ubicó 122 m al este de la segunda estación el área se caracterizó por la ausencia de plantas acuáticas, sus aguas son de color café claro, turbias con olor poco agradable, presenta una profundidad de 1.50 m recibiendo abastacimiento de aguas de la primera y segunda estación y sus alrededores, se encuentra habitada por el hombre, ganado y aves de corral.

Método utilizado para el muestreo

Una vez seleccionado el sitio de muestreo se procedió a ubicar los sustratos artificiales constituido por bloques de concreto cuyas dimensiones son 20 cm x 10 cm x 8 cm; ubicando un sustrato (bloque) en cada saco malla a un metro de distancia de cada uno de ellos, en cada estación de muestreo se depositaron seis bloques, estos sustratos fueron ubicados, amarrados mediante una cuerda nylon de manera que quedara cubierta la parte representativa de la laguna.

Colecta de los sustratos artificiales.

La colecta consistió con la extracción de los seis sustratos artificiales uno a uno e introduciéndolo en un balde con capacidad de cinco litros, se lavó externamente, luego se extrajo el bloque de concreto, con la ayuda de un cepillo de cerdas suave se extrajeron los macroinvertebrados de los intersticios del bloque. El líquido conteniendo las muestras biológicas se trasvaso al segundo balde mediante un tamiz de PVC de 10 cm de largo y 5 cm de diámetro con luz de malla de 0.10 mm. Eliminando el sedimento y separando la muestra de macroinvertebrados, envasándose en recipientes de 500 ml con alcohol al 90 % para su preservación de las muestras y su respectiva rotulación del lugar: punto de muestreo y fecha. La primera colecta se efectuó en el mes de diciembre del 2000, seguidas por la colecta de enero y febrero del 2001.

Las variables físico-químicas que se determinaron en la laguna de Palermo en cada estación fueron: la temperatura del agua, el oxígeno disuelto mediante un censor digital YSI 51B cuyos valores se expresaron en grados Celsius (C°) para la temperatura y el oxígeno disuelto se expreso en mg/l; el pH se midió con el peachimetro marca Hanna expresando sus unidades de pH, la conductividad se tomó con un conductivimetro expresado en $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$.

También se analizó la acidez, alcalinidad y dureza mediante colorimetría; se tomaron 5 ml de agua de cada estación realizándole pruebas (mediante reactivos marca Hanna), para determinar cada uno de los parámetros anteriormente mencionados y expresados en ppm, la toma de datos se realizó directamente en el campo entre las 11 y 12 horas del medio día.

Fase de laboratorio

Análisis de muestras

Una vez en el laboratorio se procedió a sacar las muestras de las cajas plásticas de 500 ml y puestas en plato petri, se procedió a separar los residuos de sedimento y los macroinvertebrados, se observó en el estereoscopio y se procedió a la separación por orden, familias e identificación de géneros para su cuantificación; las muestras fueron colocadas en alcohol al 70%; los macroinvertebrados se identificaron mediante bibliografía especializada como (Meritt, 1988) y Roldán 1988)

Análisis estadístico

Se utilizó una hoja de EXCEL para el procesamiento de la información y realizar las pruebas correspondientes.

Para analizar los resultados se utilizó:

Índice de Shannon – Weaver para determinar la relación entre los individuos y el estado ambiental.

(r) Pearson para determinar la correlación entre los factores químicos y biológicos.

t de student para contrastar las medias de la diversidad entre los puntos de muestreo.

Prueba estadística utilizada

Correlación r Pearson.

Es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalo o razón cuyos valores son: de 0 – 1 para una correlación positiva o directa entre 0 y -1 hay una correlación negativa inversa. Los valores de $r = 1$ o $r = -1$ se interpreta diciendo que existe una correlación perfecta entre las variables en forma + ó - respectivamente un valor $r = 0$ significa ausencia de correlación entre las variables, entre más cercano es el valor de r a 1 más asociación existe entre las variables y entre más se acerca a 0 menor relación existe entre las variables.

La “t” de student.

Es una prueba estadística para evaluar si los grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias.

$$\text{Var}H'_1 = \frac{\sum Pi(\text{Ln}Pi)^2 - (\sum Pi\text{Ln}Pi)^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2} =$$

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^{1/2}} =$$

$$df = \frac{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^2}{(\text{Var}H'_1)^2 / N + (\text{Var}H'_2)^2 / N}$$

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los tres meses de investigación se obtuvo un total de 1,098 individuos, resultando la familia Chironomidae la más abundante con el 69 %, Culicidae 6%, Simuliidae 4%, Libellulidae 4%, polycentropodidae 3%, Coenagrionidae 3%, Leptophlebiidae 3%, Ceratopogonidae 2%, Euthyplociidae 2%, Gomphidae 1%, Baetidae 1%, Ostrachoda 1% y Tricorythidae 1%, las cuales representan la fauna macrobentónica recolectada en la laguna ver anexo (Pág. 1,2. grafico 11).

La contaminación orgánica en la laguna de Palermo afecta a los macroinvertebrados en gran medida, son eliminados por la baja tolerancia a los cambios en la concentración de oxígeno.

Algunas larvas de chironomidae y odonata toleran bajos niveles de oxígeno (Waterwath, 1998)

El régimen de la laguna de Palermo está sincronizado con la duración y la extensión de la inundación, controlando la productividad natural e incluye la proliferación de macroinvertebrados acuáticos, el arrastre de los desechos de origen orgánico e inorgánico también está sincronizado, proviniendo a lo largo de la cordillera de los Maribios hasta la sedimentación en la laguna de Palermo. (Pág. 1)

Se encontró que la familia Chironomidae es la que está presente en gran número con un 69% y que viene reduciendo su número a medida que se reduce la biomasa ver anexo (cuadro 4,5,6) entre otras causas está la radiación Solar, la interrupción del abastecimiento de la laguna, consumo de oxígeno, presencia de depredadores como: aves playeras, migratorias, peses y larvas de libélula ésta ultima por ser un organismo facultativo siempre está constante, la cantidad y la diversidad de especies se ve disminuido por la influencia de los factores anteriormente mencionado, dentro de ellos se encuentra la contaminación de las aguas.

Análisis fisico-químico:

pH: se observó que la tendencia del pH es de forma ascendente ya que los valores vienen de 8.2 hasta llegar a un máximo de 9.5 ver anexos (tabla 1,2, 3) en los tres puntos de muestreos también se observó una disminución en la población de macroinvertebrados, a medida que la laguna se estaba basificando las poblaciones disminuyeron, los valores promedio para cada estación es de 8.96 para la primera

estación; 9.10 la segunda estación y 8.9 para la tercera estación, estos datos nos indican la variación que las aguas van tomando en los tres meses de muestreo, el comportamiento del pH para los tres meses de muestreo y para las estaciones es un aumento de 8.2 a un máximos de 9.5 Ver anexo (tabla 1,2,3 y gráfico 1).

Estación N° 1 aquí se obtuvo el menor pH de 8.2 en el mes de diciembre pero este incrementa hasta alcanzar un máximo valor de 9.5 en el mes de febrero, la población de macroinvertebrado descendió y paso de 220 a 88 individuos a medida que se vuelve más básico hay un descenso de la población.

Estación N° 2 presenta un pH de 8.7 en el primer mes de muestreo, este alcanza valores máximo de 9.31 en el segundo mes de muestreo, pero este sufre un leve descenso en el tercer mes de muestreo con un valor de 9.3 la densidad de la población comienza con una cantidad de individuos de 122 pero al finalizar el muestreo en febrero desciende a 85 individuos esto se da por la poca tolerancia a niveles altos de pH.

Estación N° 3 en este punto observamos que el pH al igual que los punto 1 y 2 los valores van ascendiendo de 8.6 en diciembre a 9.1 en enero y obtiene un mínimo descenso en el mes de febrero a 9.0 como podemos observar en el anexo (tabla 1,2,3 y gráfico 1) la población al igual comienza con 125 individuos pero desciende a 82 en febrero del 2001.

Hay que hacer notar que la acidez con la densidad de individuos no tiene una relación estrecha ya que a medida que el pH aumenta la población disminuye pero en el mes de enero y febrero para las tres estaciones hay un descenso en el pH volviéndose más ácido igualmente la población seguía descendiendo en la media realizada para el pH en las tres estaciones de muestreo obtuvimos un valor de 8.9 este valor según Roldán está dentro de los rangos 5.0-9.0 considerado como aguas normales.

El hecho que esta laguna presente un pH básico puede ser producto de la actividad fotosintética que consume CO_2 haciendo que el medio se vaya basificando cada vez más, mostrando que existe una relación entre fotosíntesis, dióxido de carbono y pH. Según Odun 1974. La disminución en el número de individuos es causa de la depredación, desarrollo de larvas, cambios de pH.

OXÍGENO DISUELTO

Según Odún 1974 el oxígeno disuelto es uno de los gases más importante en la dinámica y caracterización de los ecosistemas acuáticos, de gran importancia para la vida acuática, los rangos normales para el oxígeno disuelto son de 7.0 a 9.0 mg/l

Estos nos demuestra que los valores de oxígeno disuelto siempre estuvieron dentro de los valores normales y en ciertas ocasiones obtuvieron una mínima variación siendo esta propicia para la vida acuática.

Estación N° 1 los valores de oxígeno disuelto encontrado en el mes de diciembre es de 7.4 mg/l y para el mes de febrero 8.32 estos se encuentran dentro de los rangos normales, actos para la proliferación de la vida acuática, obteniendo en la muestra de captura 220 individuos para el mes de diciembre y 88 para el mes de febrero mientras que para el mes de enero el oxígeno disuelto es de 6.2 mg/l encontrándose por debajo de los valores normales pero mantiene una población de 207 casi igual al mes anterior (Diciembre) ésta baja de oxígeno se debe a que hay un poco aeración, no hay turbulencia debido a que el río que la abastece a disminuido su caudal (Observar el croquis del área de estudio)

Estación N° 2 los valores de oxígeno disuelto para el mes de diciembre del 2000 es 8.56 mg/l, para el mes de enero es de 7.27 mg/l están dentro de los valores normales para la vida acuática, teniendo una captura de individuos de 122 y 96 individuo respectivamente, en el mes de febrero hubo una baja de oxígeno poco considerable para los rangos normales de 6.96 (como podemos ver en el cuadro 2 del anexo), teniendo una captura de 85 individuos. Esta baja de oxígeno disuelto se debe a la posición en que se encuentra la estación, aquí es donde a habido una recepción de la materia orgánica en descomposición como hojas secas, troncos, desechos sólidos proveniente de la primera estación y sedimentación.

Estación N° 3 los valores obtenidos para diciembre del 2000 es de 6.9 mg/l con una captura de 125 individuos, este valor para el oxígeno disuelto en dicha estación no es un valor que motive numerosos cambios ya que varia una décima del valor normal, pero para el mes de enero aumentó bruscamente su volumen hasta llegar a 10.7 mg/l teniendo una captura de 73 individuos, si bien este valor es optimo para la vida acuática hay que hacer notar que en esta estación está en la parte final de la laguna que su pH es básico, que hay aumento de temperatura. Para el mes de febrero del 2001 el oxígeno disuelto se mantuvo dentro del rango óptimo, el número

de individuos es de 82 aquí el oxígeno disuelto se mantuvo constante con un promedio de 8.4 mg/l esto es debido a que hay mayor profundidad mayor aireación poca materia orgánica en descomposición ver anexo (cuadro 1,2,3 y gráfico 2)

TEMPERATURA

Los valores normales para la vida acuática es entre 20-30 °C según Roldán 1988. **Estación N° 1** su valor inicial es de 27.7°C y luego sufre un descenso en enero a 25.7°C como producto de la poca incidencia del sol en este mes llegando a una máxima temperatura en febrero a 28.8°C.

Estación N° 2 inició con una temperatura máxima de 29.2°C luego descendió en el mes de enero a 27.1 teniendo una mínima variación en el mes de febrero del 2001.

Estación N° 3 presenta una temperatura de 27.6°C luego ascendió un poco en enero a 28.3°C en el mes de febrero descendió de nuevo a 27°C.

Cabe señalar que la temperatura que presenta la laguna es propicia para la proliferación de la vida acuática y el aumento de la temperatura aumentará la velocidad de reacción química (Metcalf, 1981) la profundidad de la laguna se ha visto reducida por lo que permite que el calentamiento de las aguas sea mayor. Observar anexo (cuadro 1, 2,3 y gráfico 3)

CONDUCTIVIDAD

Los valores establecido para determinar si las aguas son productivas o no van de 30 a 60 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ si los valores están por debajo de 30 indicarán aguas poco productivas (oligotroficas) pero si los valores son mayores de 60 (eutroficas) son aguas productivas según Roldán 1988.

Al realizar el análisis en las tres estaciones de muestreo durante los tres meses se observó claramente que son aguas poco productivas, sus valores estuvieron por debajo de 30 teniendo una variación mínima entre las estaciones y los meses de muestreos esto nos demostró poca productividad primaria ver anexo (cuadro 1,2,3 y gráfico 4)

ACIDEZ

Estación N° 1 en las tres estaciones iniciaron con un valor de 90 mg/l en el mes de diciembre, luego en la primera estación en el mes de enero descendió a 50 mg/l manteniéndose constante par el mes de febrero con 50 mg/l.

Estación N° 2 su valor descendió de 90 a 50 mg/l en enero y ascendió bruscamente en febrero con 200 mg/l.

Estación N° 3 pasó de 90 a 250 mg/l permaneciendo constante en febrero. Este termino no se debe confundir con el de basicidad en sentido de valores de pH así que aguas ácidas pueden tener valores altos de alcalinidad (Roldán, 1992) Ver anexo (cuadro 1, 2,3 y gráfico 5)

DUREZA

La dureza de se clasifica en muy dura, duras y medio duras para muy duras son la mayor a 180 mg/l, duras entre 120 a 180 mg/l y las aguas con dureza media de 60 a 120 mg/l (Roldán, 1988)

Estación N° 1 las aguas son medio duras para el primer mes.

Estación N° 2 sus aguas fueron medio duras para el mes de diciembre y febrero mientras que en enero sus aguas estuvieron duras.

Estación N° 3 pasaron de ser aguas de dureza media en diciembre a duras para el mes de enero y febrero del 2001.

Estos valores estarán determinados por la presencia o ausencia de los iones de calcio y magnesio provocado por el arrastre y sedimentación de la materia orgánica e inorgánica (Roldán, 1988) ver anexo (cuadro 1, 2,3 y gráfico 6)

ALCALINIDAD

Estación N° 1 inició en diciembre con 70 mg/l y luego de forma ascendente alcanzo valores máximo de 180 mg/l esto puede ser producto de la actividad fotosintética y la evaporación.

Estación N° 2 inició con 60 mg/l luego ascendió a 150 mg/l para disminuir en el mes de febrero a 120 mg/l

Estación N° 3 inició en 150 mg/l luego descendió a 50 mg/l en enero y concluye realizando un pequeño aumento a 60 mg/l demostrando que el punto tres fue perdiendo la capacidad de neutraliza los ácidos, esto podría ser producto del arrastre de la materia orgánica la disminución de Ca (HCO_3) no formando así un equilibrio necesario para neutralizar los ácidos en el segundo y tercer mes de la estación 3. Ver anexo (cuadro 1, 2,3 y gráfico 7)

Análisis del índice de diversidad Shannon-Weaver

Los valores de diversidad (H') en ecología argumenta que los cuerpos de agua del neotrópico principalmente los que tienen macroinvertebrados presentan valores que se clasifican de: 0-1.5 altamente contaminados de 1.5 –3 medianamente contaminado y de 3-5 agua de excelente calidad. (Roldán, 1988)

Se realizó la prueba de Shannon-Weaver de manera individual para cada uno de los sitios de muestro y en los tres meses de muestreo se comprobó que cada uno de estos datos no es mayor de 1.5, lo que nos indica que este cuerpo de agua está altamente contaminado, a excepción de los valores de $H' = 1.78$ para el mes de febrero del punto 2 ver anexo (gráfico 9) y $H' = 1.61$ para el mes de enero del punto 3 ver anexo (gráfico 10) que sobrepasan el valor antes mencionado ($H' = 1.5$) pero estos se ven afectados por el incremento de la temperatura que provoca mayor degradación de la materia orgánica.

Análisis estadístico

Análisis estadístico de la “t” de student

En el análisis realizado para comprobar nuestra hipótesis planteada para la laguna de Palermo obtuvimos el siguiente resultado.

Para el mes de diciembre obtuvimos valores calculado ver anexo (tabla 16) son menores que el tabulado $t = 1.65$ por lo que aceptamos nuestra hipótesis alternativa H_1 , así mismo se realizaron las comparaciones con los puntos de muestreo restantes en los meses de (enero y febrero del 2001) y los resultados de la t calculada fueron menores que las tabulada aceptando siempre la hipótesis alternativa, exacto el punto 2 vs 3 para el mes de febrero 2001 que nuestra t calculada fue mayor que nuestra $t_c = 3.36$ por lo que aceptamos nuestra H_0 con este análisis estadístico de comparación las estaciones de muestreo demostraron que en la laguna de Palermo existe lo planteado por nuestra (H_1) esto demuestra que la laguna presenta un índice mayor de contaminación, demostrado por la baja presencia de macroinvertebrados indicadores de aguas limpias.

Coefficiente de correlación de pearson (r) análisis.

Al utilizar la correlación de Pearson para plantear la relacion entre los parámetros fisico-químicos vs individuos dio como resultado:

Individuos vs Acidez resulta que existe una correlación positiva y que si hay cambio de acidez también provocará cambio en la cantidad de individuos sus resultados son ($r= 0.9961$; $p=0.057$) donde r significa el grado de correlación entre variables y p significa la probabilidad de error de la prueba.

Individuos vs conductividad presenta una correlación de ($r = - 0.9702$; $p= 0.156$) existe una correlación inversa (negativa) la conductividad no están muy relacionadas con los individuos, a mayor conductividad menor número de individuos y viceversa.

Individuos vs Alcalinidad para esta relacion se presenta una correlación inversa donde a mayor alcalinidad menor será la cantidad de individuos debido que estos presentan poca resistencia a aguas con niveles alto de basicidad.

Individuo vs Dureza en el análisis obtuvimos los valores de ($r= -0.8111$; $p= 0.398$) demostrándonos que existe una correlación negativa, es decir a mayor dureza menor será la cantidad de individuos.

Individuos vs pH en el análisis de correlación de individuos con el pH tenemos ($r= -0.9911$; $p= 0.085$) existiendo una correlación inversa, significa que a medida que el pH aumenta la cantidad de individuos disminuye y viceversa ver anexo (correlaciones)

Temperatura vs Oxígeno disuelto en la prueba de correlación aplicada sus valores fueron $r= 0.6820$; $p= 0.043$ existe una correlación considerable dependiente, aunque existen otros factores que influyen como; la contaminación del agua, materia en descomposición la turbidez, la presencia de materia orgánica e inorgánica.

VII CONCLUSIÓN

1. El número total de individuos fueron de 1098 dentro los cuales se encuentra dominado por las familia: Chironomidae con un 69 %, esto son buenos indicadores de aguas contaminadas, quienes han desarrollado gran capacidad para adaptarse a los cambios fisico-químicos y a la alta contaminación que presenta la laguna de Palermo. Otras especies indicadoras de la contaminación son: Culicidae, Libellulidae, Coenagrionidae, Polycentropodidae, estos se encuentran en menor cantidad, mientras que el resto de las especies encontradas son indicadores de aguas limpias que ofrecen poca resistencia a la contaminación, presentándose cantidades pequeñas.
2. Los factores fisico-químicos contribuyen en la presencia y comportamiento de las poblaciones acuáticas, estos también difieren en cantidad debido a la presencia de contaminantes, ya que presenta poca resistencia a la contaminación de las aguas en la laguna de Palermo, también se da por la reducción de la biomasa y a la presencia de depredadores, cabe señalar que los factores fisico-químico producen cambios en el ecosistema y es debido a estos cambio que los macroinvertebrado bentónicos son la mejor manera de identificar los cambios en el ecosistema acuático.
3. Se determinó el grado de contaminación por medio del índice de Shannon-Weaver que establece que la laguna de Palermo se encuentra en un grado alto de contaminación orgánica fundamentado con base a resultados estadísticos obtenidos durante los tres meses de muestreo $H' = 1.17$.

VIII RECOMENDACIONES

- Se recomienda estandarizar el uso de trabajo en las comunidades bentónicas, de forma que los sustrato artificiales sean semejante en todas las circunstancias, para su estudio correspondiente en el termino de hábitat

- Desarrollar el trabajo de concientizacion y de educación ambiental en las poblaciones aledañas, para evitar la deforestación y la contaminación e instar a realizar trabajos de reforestación en las laderas de la laguna para la preservación de dicho recurso acuático y la protección de la fauna silvestre.

- Al realizar estudio y monitoreo de la calidad del agua es necesario incluir tantos parámetros físicos y químicos los cuales brindan ideas de las condiciones abióticas del ecosistema estudiado, así como el factor biótico el cual permite conocer como estas condiciones afectan a las comunidades.

IX BIBLIOGRAFÍA

Incer, Barquero, Jaime. 2000. Geografía dinámica de Nicaragua segunda edición Hispamer pag 281.

Kadler Rober H. Knight Robert, 1996. Treatment Wetlans ed lewis publishers.

Margalef, R. 1974. Ecología. Edi Omega S A Barcelona, Pág. 951.

Margalef, R. 1983. Limnología. Edi Omega S A Barcelona, Pág. 521.

Martinez E 1988. Utilización de los organismos acuático macrobentónico en la determinación de las aguas naturales en los arrozales de Bagaz, Guanacaste. Costa Rica 84.pp

Martínez, E. 1995. Utilización de organismos acuáticos macrobentónico en la determinación de las aguas naturales en los arrozales de Bagatsi, Guanacaste, Costa rica.

Masón, C. F. 1984. Evaluación biológica de la calidad del agua en situaciones reales en biología de la contaminación del agua dulce .Ed Lambra SA Madrid 289pp.

Metcalf, Eddy. 1981. Tratamiento y depuración de las aguas residuales.32pp

Merritt, R and Cummins. 1988. An Introduction to the insect of North America. Segunda edition. EUA 526 pp.

Odúm, E. P. 1974. Ecología. Nueva editorial. Interamericana. SA. de C V cedro México 4 DF México Pág. 501.

Red Hemisférica de Reservas Para Aves Playeras, 1999. Biología de la conservación. N° de pag. 65. Manoment center for conservatiom sciences. P.O Box 1770, Manoment, MA 02345 USA.

Roldán, G. 1988. Guía de estudio de macroinvertebrados acuático. Facultad de Ciencias Exactas y Naturaleza. Universidad de Antioquia. N° de pag 217.

Roldán, G. 1992 Limnología tropical, Primera edición Universidad de Antioquia
509 pp

Urbina Luna, Juan., I. Guevara y J. Midence. 1988 Aspectos linnológicos de la
charca los HERNÁNDEZ (León, Nicaragua, C. A.).UNAN-LEON. Tesis para optar
al título de licenciado en Biología.

Waterwatch,. 1998 M Val ([http://ww. Vic. Waterwatch.org.au/manual/sexta 4b
.htm](http://ww.vic.waterwatch.org.au/manual/sexta_4b.htm))

Hilsenhoff, 1988. [//www.scielo. Cl7pdf/rchnat/v76n2tart 1.pdf](http://www.scielo.cl/7pdf/rchnat/v76n2tart_1.pdf)

Euskadi.2000. [Net/indicadores ambientales/metodología 1. chm9k](http://net/indicadores_ambientales/metodologia_1.chm9k)

Glosario

Riqueza de especies relaciona el número de especies encontradas con la cantidad de individuos colectados o el área de la muestra.

Diversidad es el número de especies presentes en la comunidad o en el ecosistema, un tributo de las comunidades biológicas es su diversidad de especies la cual es susceptible de ser medida al igual que otro ecosistema como productividad, biomasa, diversidad etc.

No obstante existen en los sistemas ecológicos características estructurales relacionada con la riqueza de especies, abundancia asociada directamente a factores ambientales.

Diversidad de especies es el número ó diversidad de especies en una comunidad.

Abundancia indica el número de especies encontrada en unidad de área.

Bentos son bentónicas todas las especies que viven en relación íntima con el fondo ya sea para fijarse en el y para escalarla, nadar en su alrededor sin alejarse de el.

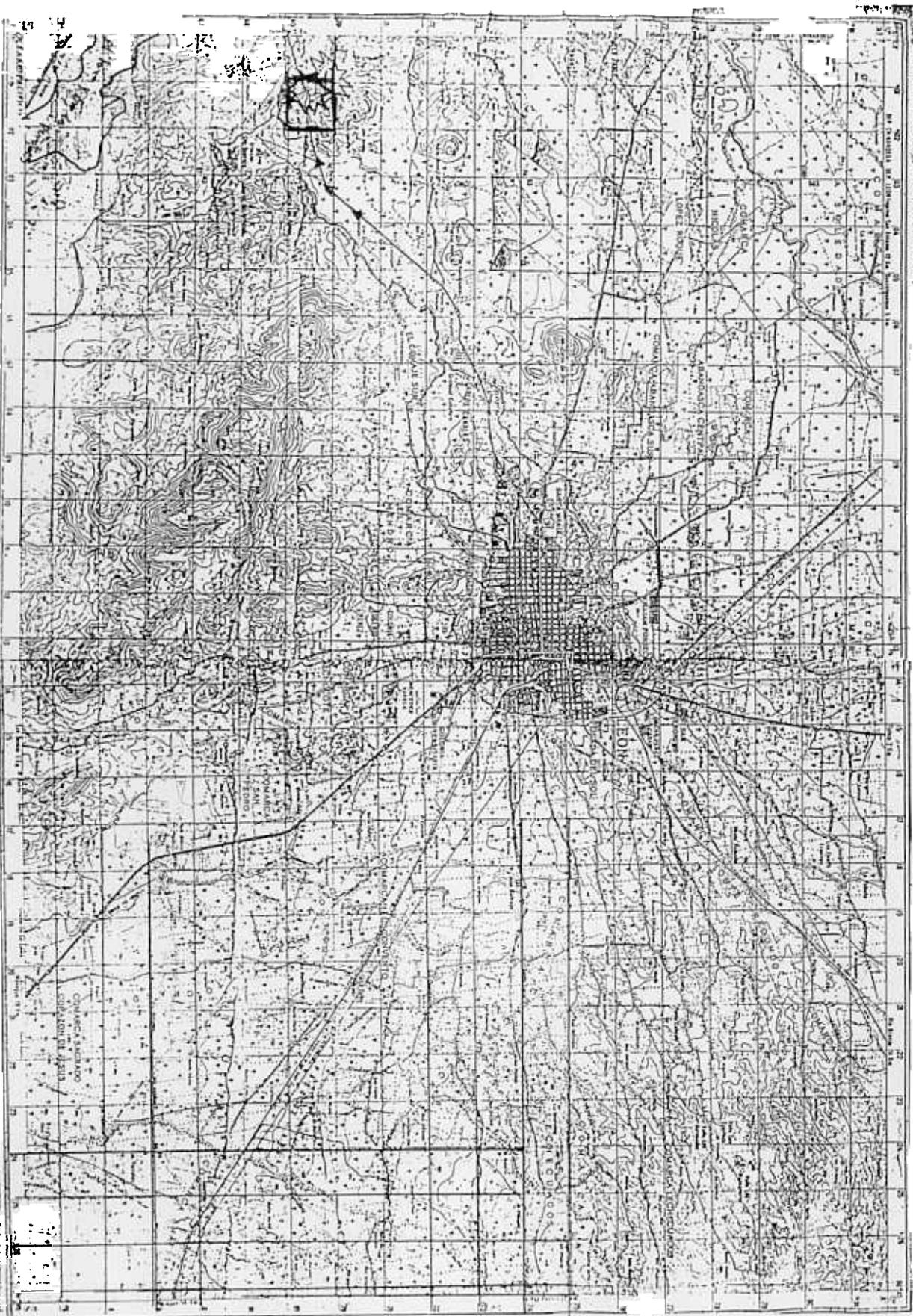
Macroinvertebrados bajo este término se agrupan todos aquellos organismos que pueden ser observados a simple vista o sea aquellos organismos superiores a los 5 mm que habitan en agua dulce como estanques, ríos, lagos, lagunas y charcos.

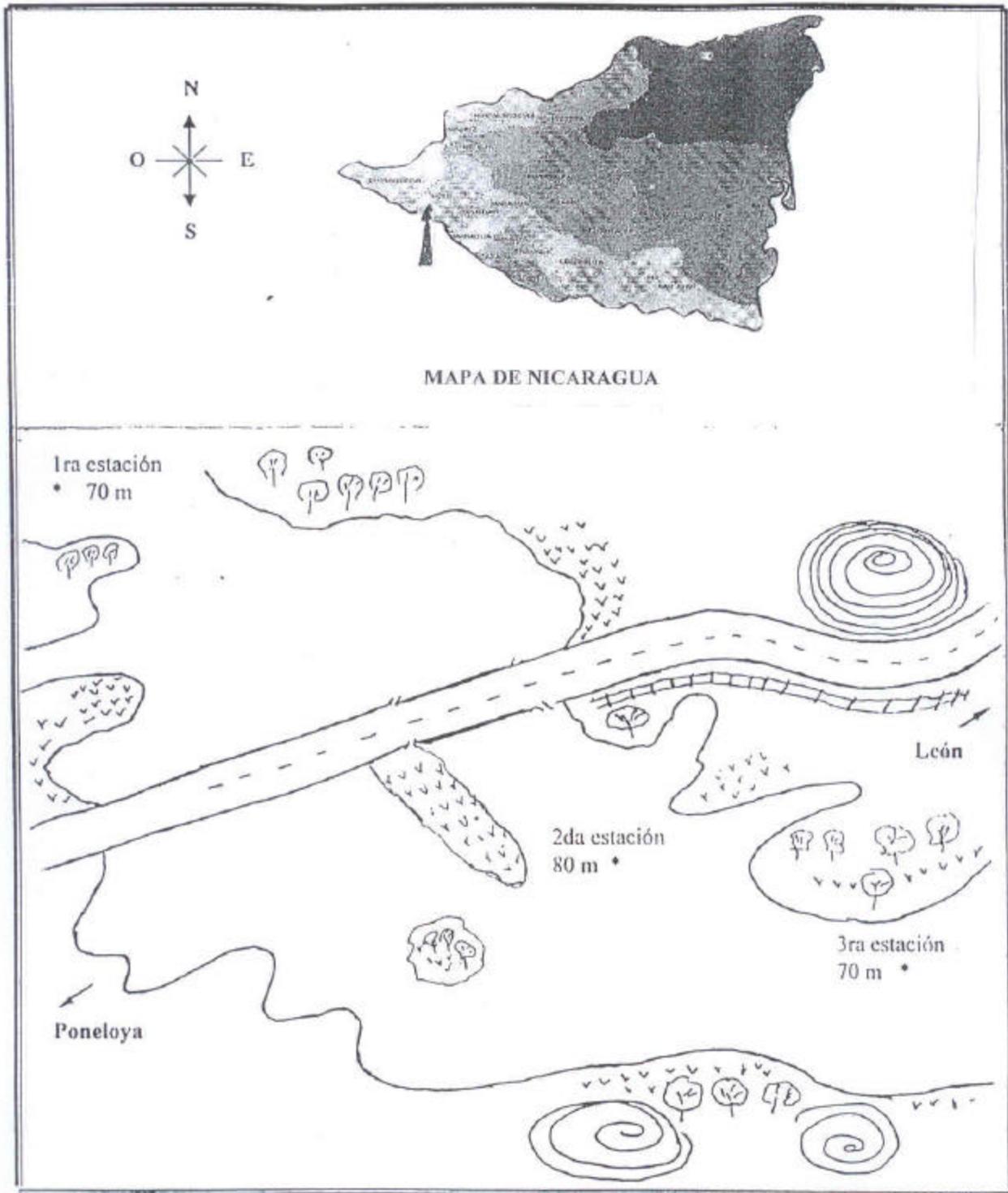
Indicadores son especies animales o vegetales sensibles a determinados factores ambientales de modo que su presencia o ausencia pueden ser evaluadas estudiando la situación de las especies con respecto a las alteraciones.

Limitantes es importante considerar que un cambio en la diversidad implica la ausencia o presencia de individuos de una especie.

ANEXOS

Mapa de la ciudad de León, Ubicación del área de muestreo.





Croquis de la laguna de Palermo, León, Nicaragua

Valores de los parámetros fisico-químico en la laguna de Palermo

Estación 1

Cuadro 1

1er Pto	Unidades	12/12/00	12/01/01	12/02/01	\bar{x}
pH		8.2	9.2	9.5	8.96
OD	mg/l	7.4	6.2	8.32	7.30
T	°C	27.7	25.7	28.8	27.4
Cond	µs/cm	0.34	0.36	0.37	0.35
Acides	Ppm	90	50	50	63.33
Dureza	Ppm	90	100	120	103.33
Alcalini	Ppm	70	150	180	133.33

Estación 2

Cuadro 2

2do Pto	Unidades	12|12|00	12|01|01	12|02|01	\bar{x}
pH		8.7	9.31	9.3	9.10
OD	mg/l	8.56	7.27	6.96	7.59
T	°C	29.2	27.1	27.3	27.86
Cond	µs/cm	0.36	0.36	0.36	0.36
Acido	Ppm	90	50	200	113.33
Dureza	Ppm	90	150	120	120
Alcalini	Ppm	60	150	150	120

Estación 3

Cuadro 3

3er Pto	Unidades	12|12|00	12|01|01	12|02|01	\bar{x}
pH		8.6	9.1	9.0	8.9
OD	mg/l	6.9	10.7	7.6	8.4
T	°C	27.6	28.3	27.0	27.63
Cond	µs/cm	0.33	0.37	0.36	0.35
Acido	Ppm	90	250	250	196.66
Dureza	Ppm	120	150	150	140
Alcalini	Ppm	150	50	60	86.66

Relación de diversidad del número de organismos de la estación 1 en los meses de diciembre del 2000 a febrero 2001.

Cuadro 4

ORDEN	FAMILIA	GENERO	Dic	Ene	Feb	TOTAL
DIPTERO	Chironomidae	Chironominae	195	144	67	406
	Simuliidae	Similium	4	13	0	17
	Culicidae	Culex	2	0	11	13
	Ceratopogonidae	Stilobezzia	0	5	0	5
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Thraulodes	3	5	0	8
	Tricorythidae	Tricorythodes	3	0	0	3
	Euthyplociidae	Euthyplocia	4	0	0	4
	Baetidae	Baetodes	0	5	0	5
ODONATA	Coenagrionidae	Ischnura	5	14	2	21
	Gomphidae	Agnogomphus	0	7	0	7
	Libellulidae	Dythemis	0	3	6	9
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Polycentropus	2	8	0	10
PODOCOPA	Ostrachoda	Cypriuscoutocypris Cardona	2	3	2	7
			220	207	88	Total 515
			% 42.72	40.02	17.08	100%

Relación de diversidad del número de organismos de la estación 2 en los meses de diciembre del 2000 a febrero 2001.

Cuadro 5

ORDEN	FAMILIA	GENERO	Dic	Ene	Feb	TOTAL
DIPTERO	Chironomidae	Chironominae	79	55	20	154
	Simuliidae	Similium	2	6	5	13
	Culicidae	Culex	0	5	0	5
	Culicidae	Culex sp	25	0	0	25
	Ceratopogonidae	Estolibezzia	0	0	21	21
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Thraulodes	3	5	0	8
	Tricorythidae	Tricorythodes	3	0	0	3
	Euthyplociidae	Euthyplocia	2	9	10	21
ODONATA	Coenagrionidae	Ischnura	5	3	0	8
	Gomphidae	Agnogomphus	0	4	4	8
	Libellulidae	Dythemis	0	4	18	22
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Polycentropus	3	5	7	15
			122	96	85	303
			% 40.3	31.7	28	100%

Relación de diversidad del número de organismos de la estación 3 en los meses de diciembre del 2000 a febrero 2001.

Cuadro 6

ORDEN	FAMILIA	GENERO	Dic	Ene	Feb	TOTAL
DIPTERO	Chironomidae	Chironominae	112	32	48	192
	Simuliidae	Similium	6	8	5	19
	Culicidae	Culex	2	11	12	25
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	Thraulodes	0	4	6	10
	Baetidae	Baetodes	0	5	0	5
ODONATA	Libellulidae	Dythemis	5	6	6	17
	Coenagrionidae	Ischnura	0	2	2	4
TRICHOPTERA	Polycentropodidae	Polycentropus	0	5	3	8
			125	73	82	280
			% 44.6	26.1	29.3	100%

Valores calculado para obtener el índice de diversidad de macroinvertebrados en la laguna de Palermo

Cuadro 7 del mes de diciembre punto 1

familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	195	0.8863	-0.1207	-0.1070	0.0129
Simuliidae	4	0.0182	-4.0063	-0.0729	0.2921
Culicidae	2	0.0091	-4.6995	-0.0428	0.2010
Leptophlebiidae	3	0.0136	-4.2977	-0.0584	0.2512
Tricorythidae	3	0.0136	-4.2977	-0.0584	0.2512
Euthyplociidae	4	0.0182	-4.0063	-0.0729	0.2921
Coenagrionidae	5	0.0227	-3.7854	-0.0859	0.3253
Polycentropodidae	2	0.0091	-4.6995	-0.0428	0.2010
Ostrachoda	2	0.0091	-4.6995	-0.0428	0.2010

$$\sum = 220$$

$$H' = 0.5839 \quad \sum = 2.0278$$

Cuadro 8 del mes de enero del punto 1

familia	N° de org	Pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	144	0.6957	-0.3628	-0.2524	0.0915
Simuliidae	13	0.0628	-2.7678	-0.1738	0.4810
Ceratopogonidae	5	0.0242	-3.7214	-0.0901	0.3351
Leptophlebiidae	5	0.0242	-3.7214	-0.0901	0.3351
Baetidae	5	0.0242	-3.7214	-0.0901	0.3351
Coenagrionidae	14	0.0676	-2.6941	-0.1821	0.4906
Gomphidae	7	0.0338	-3.3873	-0.1145	0.3878
Libellulidae	3	0.0145	-4.2336	-0.0614	0.2598
Polycentropodidae	8	0.0386	-3.2545	-0.1256	0.4088
Ostrachoda	3	0.0145	-4.2336	-0.0614	0.2598

$$\sum = 207$$

$$H' = 1.2415 \quad \sum = 3.3846$$

Cuadro 9 del mes de febrero punto 1

familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	67	0.7614	-0.2726	-0.2076	0.0566
Culicidae	11	0.1250	-2.0794	-0.2599	0.5405
Coenagrionidae	2	0.0227	-3.7854	-0.0859	0.3253
Libellulidae	6	0.0682	-2.6853	-0.1831	0.4918
Ostrachoda	2	0.0227	-3.7854	-0.0859	0.3253

$$\sum = 88$$

$$H' = 0.8224 \quad \sum = 1.7395$$

Cuadro 10 del mes de diciembre punto 2

Familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²	
Chironomidae	79	0.6475	-0.4346	-0.2814	0.1223	
Simuliidae	2	0.0164	-4.1104	-0.0674	0.2771	
Culicidae sp	25	0.2049	-1.5852	-0.3248	0.5149	
Leptophlebiidae	3	0.0246	-3.7050	-0.0911	0.3377	
Tricorythidae	3	0.0246	-3.7050	-0.0911	0.3377	
Euthyplociidae	2	0.0164	-4.1105	-0.0674	0.2771	
Coenagrionidae	5	0.0410	-3.1942	-0.1310	0.4183	
Polycentropodidae	3	0.0246	-3.7050	-0.0911	0.3377	
$\Sigma = 122$		$H' = 1.1453$				$\Sigma = 2.6228$

Cuadro 11 del mes de enero punto 2

Familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²	
Chironomidae	55	0.5729	-0.5570	-0.3191	0.1777	
Simuliidae	6	0.0625	-2.7726	-0.1733	0.4804	
Culicidae	5	0.0521	-2.9546	-0.1545	0.4548	
Leptophlebiidae	5	0.0521	-2.9546	-0.1545	0.4548	
Euthyplociidae	9	0.0938	-2.3666	-0.2220	0.5253	
Coenagrionidae	3	0.0313	-3.4641	-0.1084	0.3756	
Gomphidae	4	0.0417	-3.1773	-0.1325	0.4209	
Libellulidae	4	0.0417	-3.1773	-0.1325	0.4209	
Polycentropodidae	5	0.0521	-2.9546	-0.1539	0.4548	
$\Sigma = 96$		$H' = 1.5507$				$\Sigma = 3.7652$

Cuadro 12 del mes de febrero punto 2

Familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	Pi (ln pi) ²	
Chironomidae	20	0.2353	-1.4469	-0.3405	0.4926	
Simuliidae	5	0.0588	-2.8336	-0.1666	0.4721	
Ceratopogonidae	21	0.2471	-1.3980	-0.3454	0.4829	
Euthyplociidae	10	0.1176	-2.1405	-0.2517	0.5388	
Gomphidae	4	0.0471	-3.0555	-0.1439	0.4397	
Libellulidae	18	0.2118	-1.5521	-0.3287	0.5102	
Polycentropodidae	7	0.0824	-2.4962	-0.2057	0.5134	
$\Sigma = 85$		$H' = 1.7825$				$\Sigma = 3.4497$

Cuadro 13 del mes de diciembre punto 3

Familia	N° de org	Pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	112	0.8960	-0.1098	-0.0984	0.0108
Simuliidae	6	0.0480	-3.0366	-0.1458	0.4426
Culicidae	2	0.0160	-4.1352	-0.0662	0.2736
Libellulidae	5	0.0400	-3.2189	-0.1288	0.4144

$$\sum = 125$$

$$H' = 0.4392 \quad \sum = 1.1414$$

Cuadro 14 del mes de Enero punto 3

Familia	N° de org	Pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	32	0.4384	-0.8246	-0.3615	0.2981
Simuliidae	8	0.1096	-2.2109	-0.2423	0.5357
Culicidae	11	0.1507	-1.8925	-0.2852	0.5397
Leptophlebiidae	4	0.054	-2.9188	-0.1576	0.4600
Baetidae	5	0.0685	-2.6809	-0.1836	0.4923
Libellulidae	6	0.0822	-2.4986	-0.2054	0.5131
Coenagrionidae	2	0.0274	-3.5972	-0.0986	0.3546
Polycentronidae	5	0.0685	-2.6809	-0.1836	0.4923

$$\sum = 73$$

$$H' = 1.7178 \quad \sum = 3.6858$$

Cuadro 15 del mes de Febrero punto 3

Familia	N° de org	pi	Ln pi	Pi ln pi	pi (ln pi) ²
Chironomidae	48	0.5853	-0.5356	0.3135	0.1679
Simuliidae	5	0.0609	-2.7985	0.1704	0.4769
Culicidae	12	0.1463	-1.9220	0.2812	0.5404
Leptophlebiidae	6	0.0732	-2.6146	0.1914	0.5004
Libellulidae	6	0.0732	-2.6146	0.1914	0.5004
Coenagrionidae	2	0.0244	-3.7132	0.0906	0.3364
Polycentronidae	3	0.0366	-3.3077	0.1211	0.4004

$$\sum = 82$$

$$H' = 1.3596 \quad \sum = 2.9228$$

Cuadro 16 analisis de la t Student

Mes	Estación	Tabulado	Calculado	Acepta	Rechazo
Diciembre	1-2	1.645	-4.16		x
	1-3	1.645	1.17		x
	2-3	1.645	-5.25		x
Enero	1-2	1.645	-2.05		x
	1-3	1.645	-3.49		x
	2-3	1.645	-1.09		x
Febrero	1-2	1.645	-7.84		x
	1-3	1.645	-3.4		x
	2-3	1.645	3.36	x	

Graficos

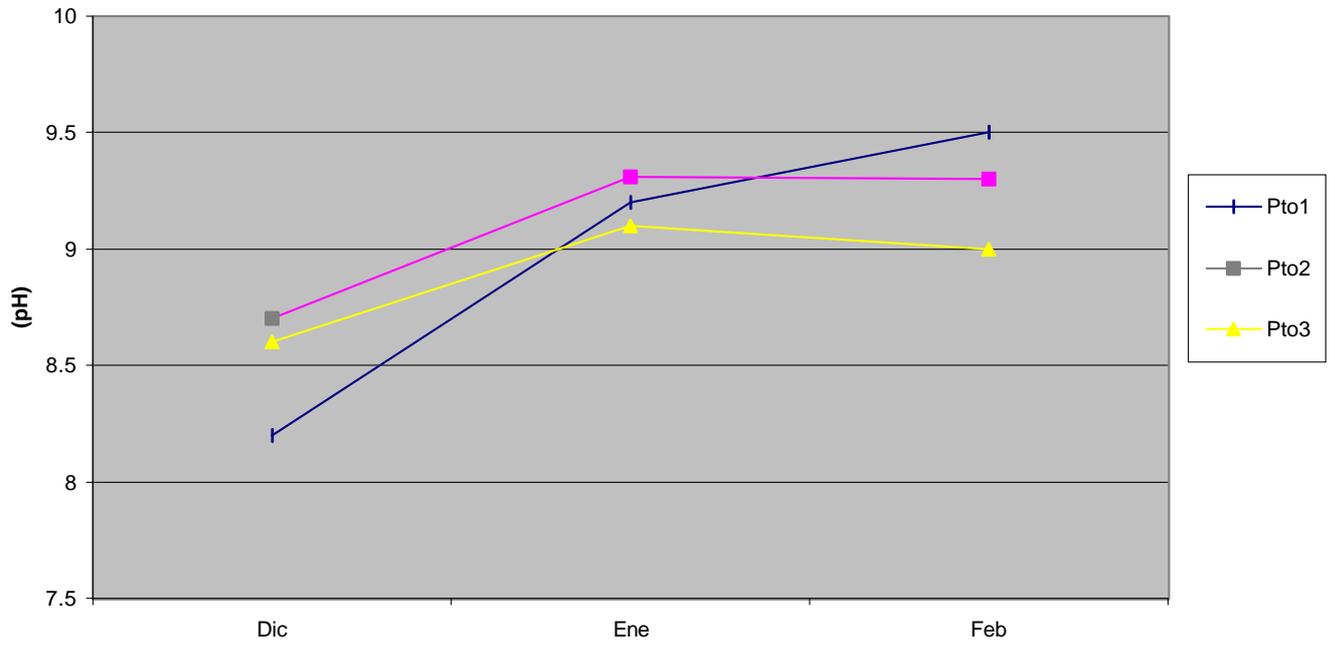


Gráfico 1 comportamiento de pH

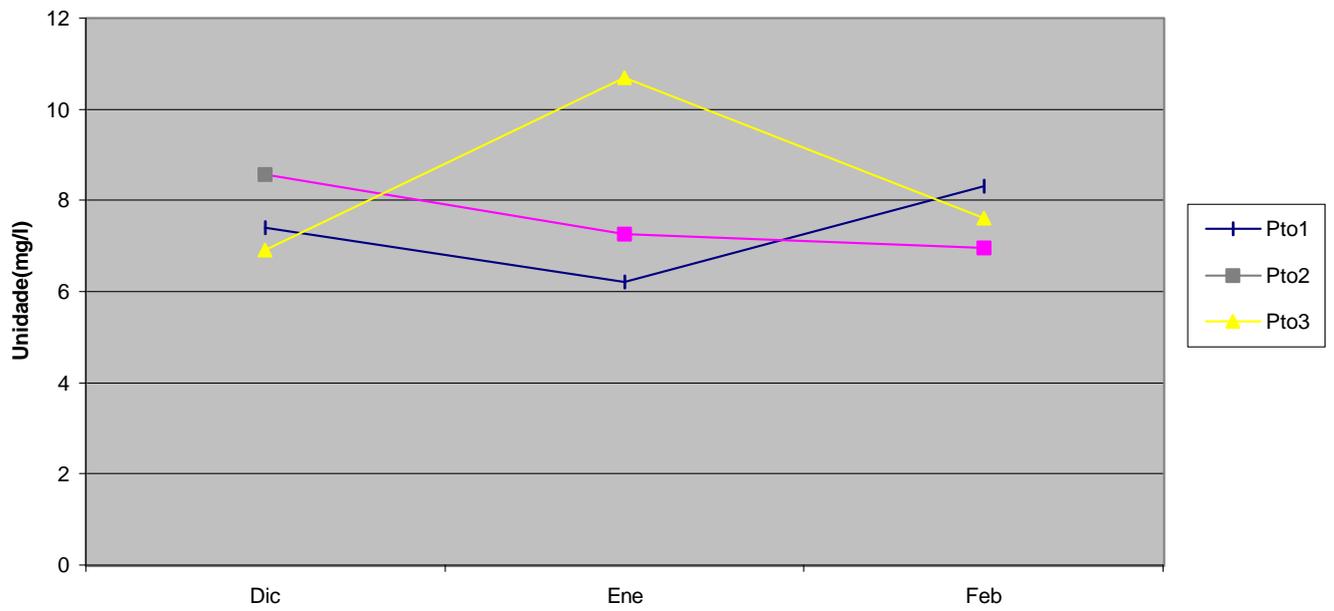


Gráfico 2 comportamiento de oxígeno disuelto

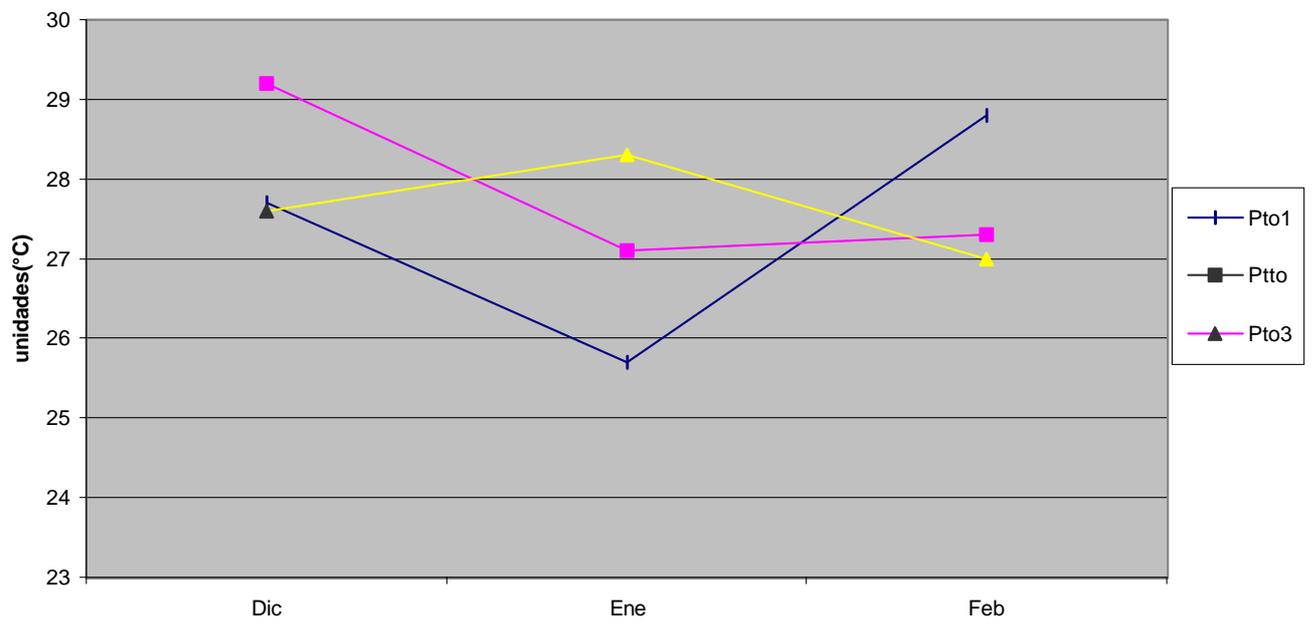


Gráfico 3 comportamiento de temperatura

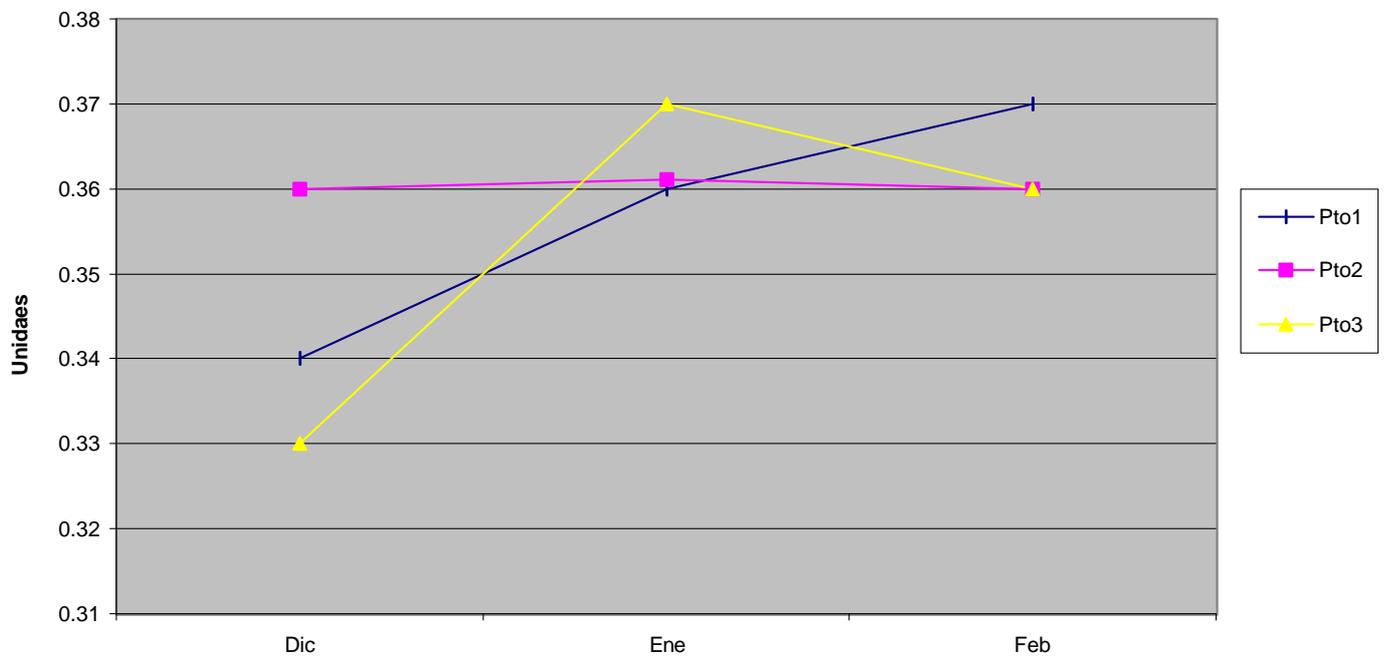


Gráfico 4 comportamiento de conductividad

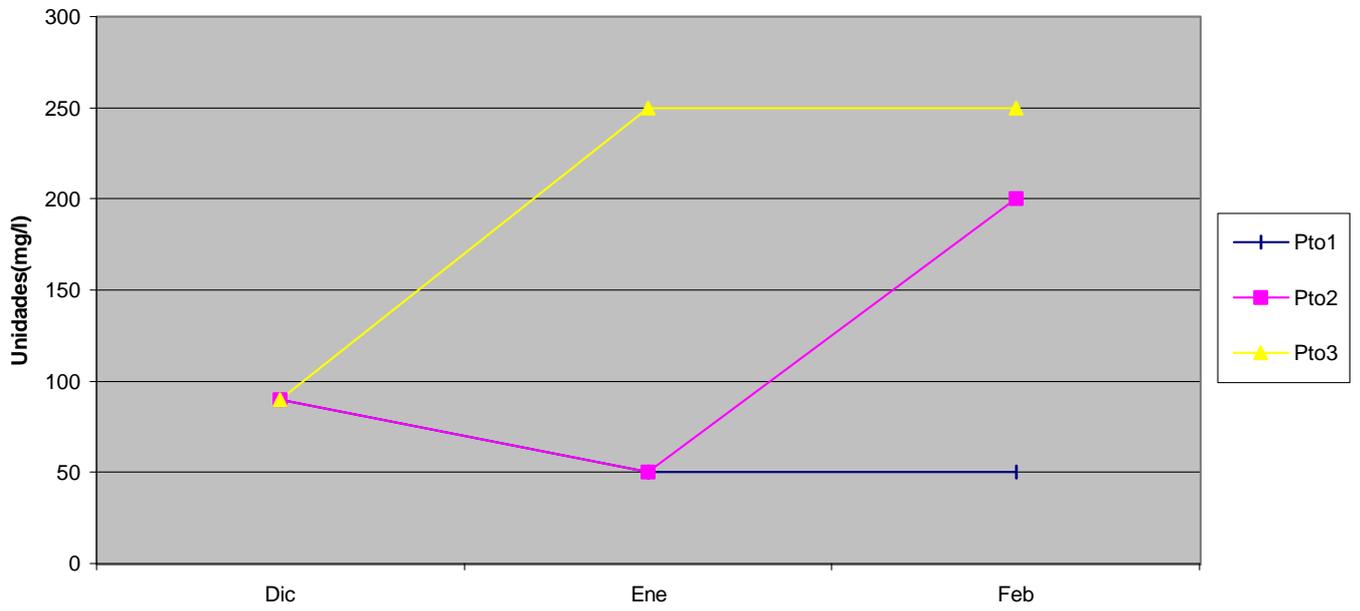


Gráfico 5 comportamiento de acido

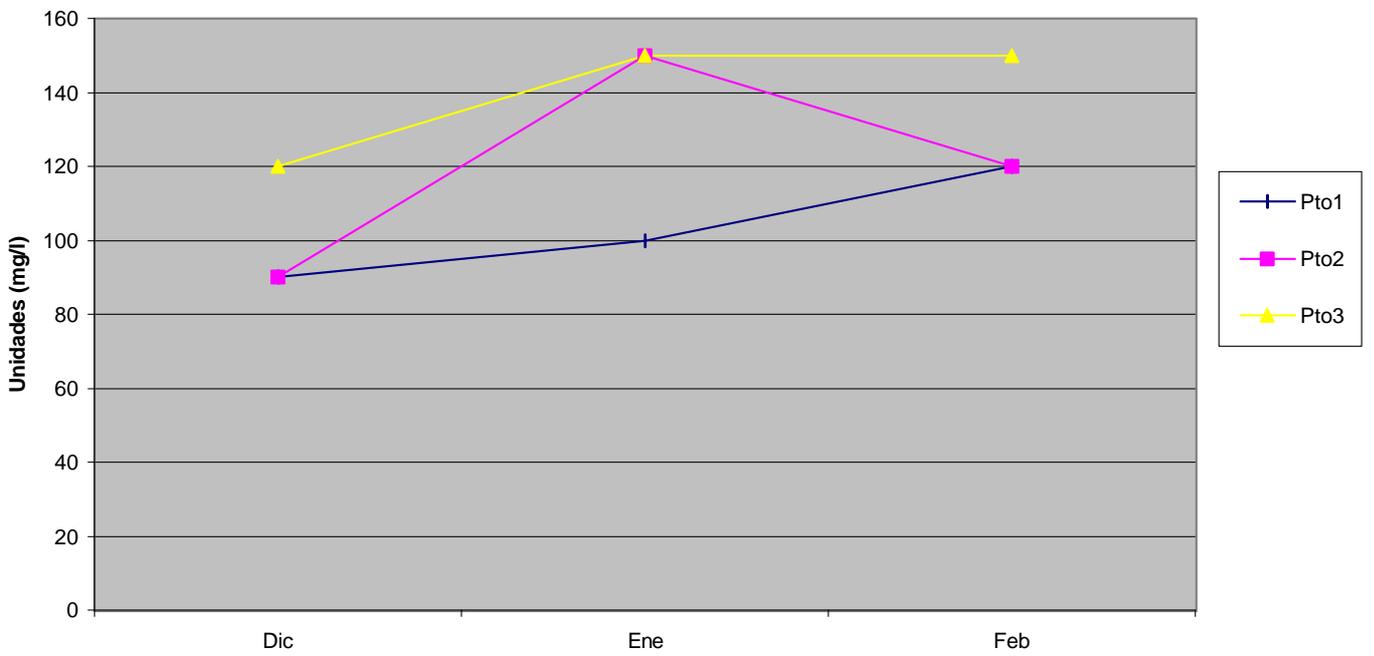


Gráfico 6 comportamiento de dureza

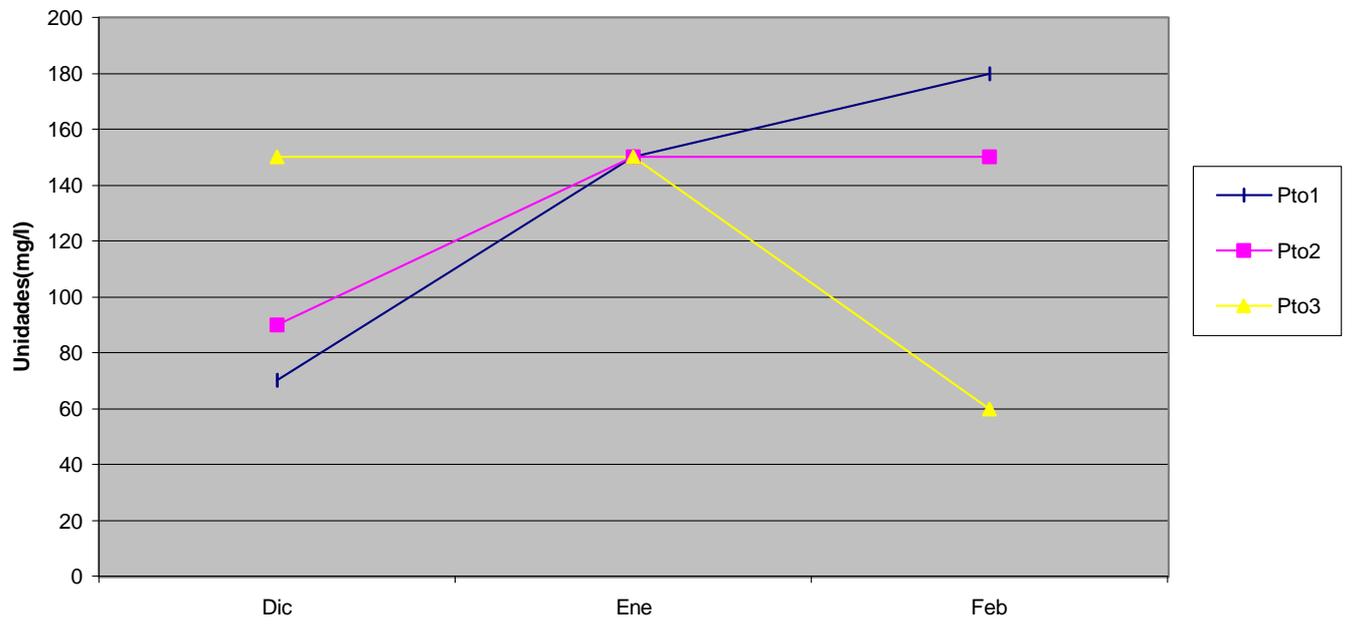


Gráfico 7 comportamiento de alcalinidad

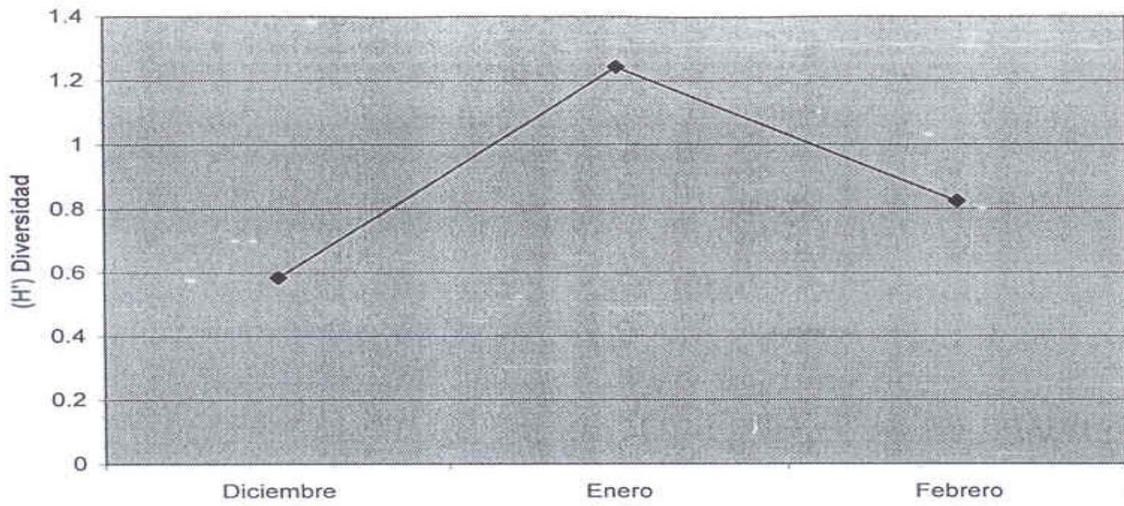


Grafico 8. Punto 1 Shannon-Weaver

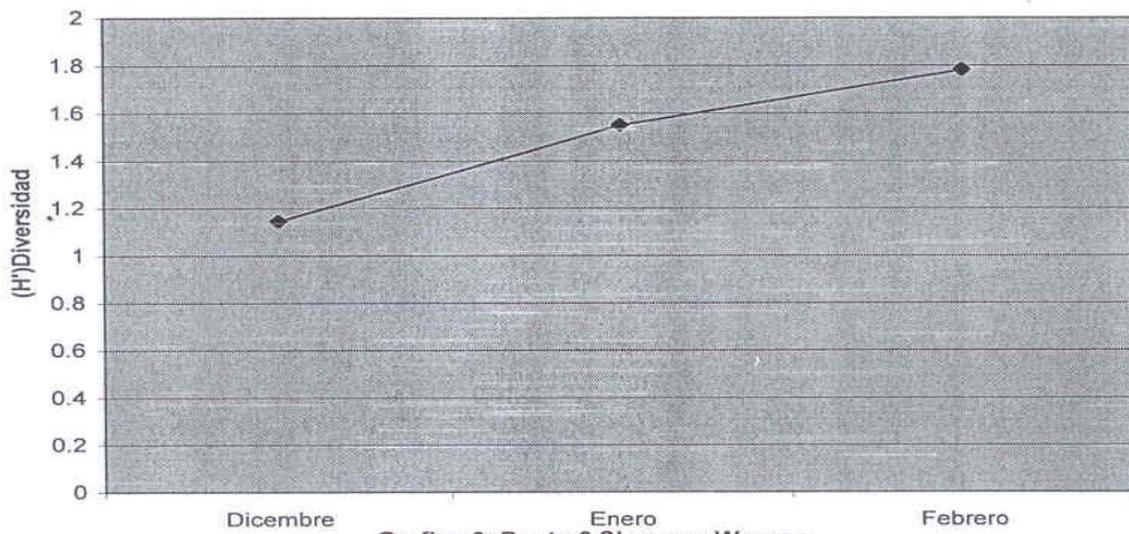


Grafico 9. Punto 2 Shannon-Weaver

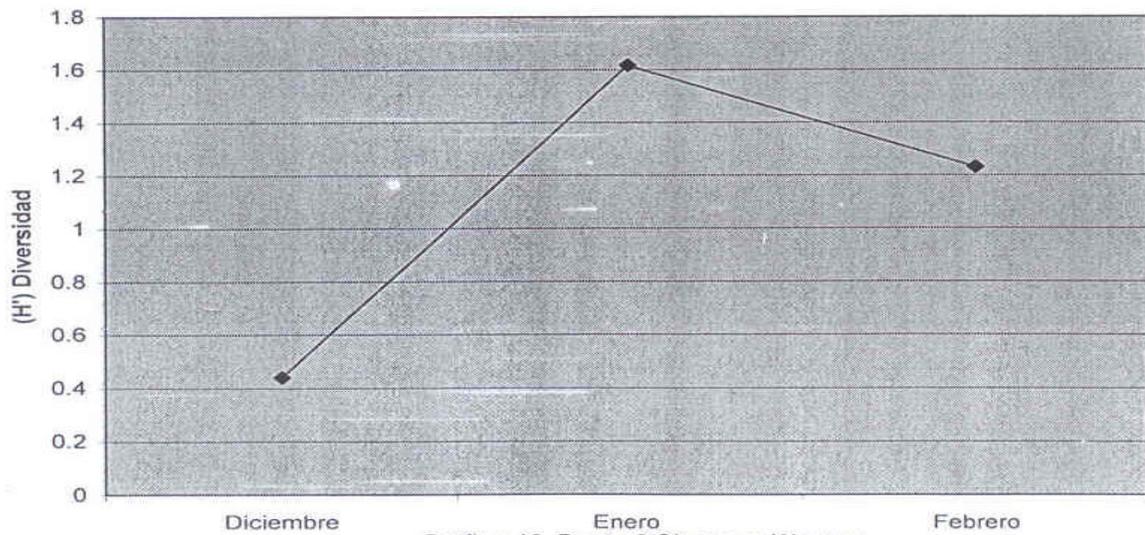


Grafico 10. Punto 3 Shannon-Weaver

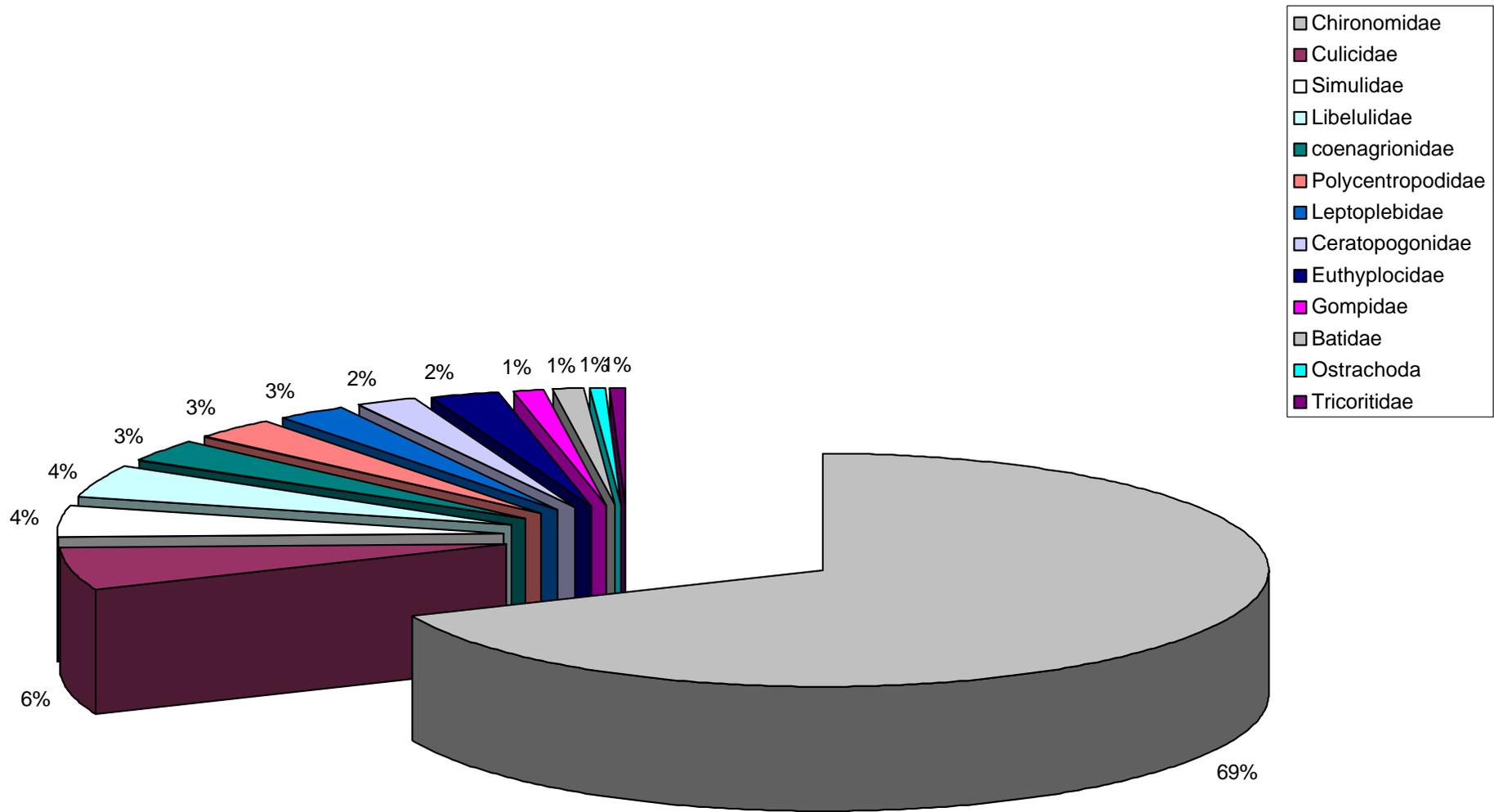


Gráfico 11 de las especies encontradas en la laguna de Palermo

Figuras

The word "Figuras" is written in a large, bold, black sans-serif font. Below the main text, there is a shadow or reflection of the word in a golden-brown color, slightly offset to the right and downwards, creating a 3D effect.

Fuente: (Roldan, 1988)

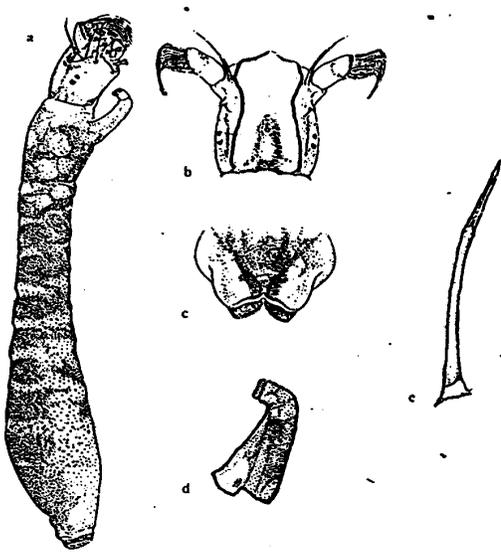


Fig. 1.
Orden: Díptero
Familia: Chironomidae
Género: Chironominae

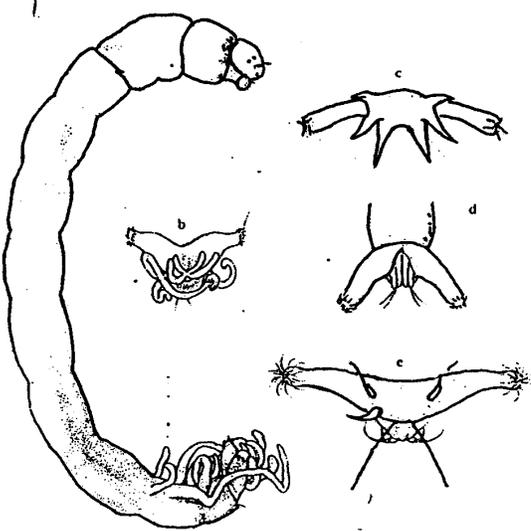


Fig. 2.
Orden: Díptero
Familia: Simuliidae
Género: Similium

Fuente: (Roldan, 1988)

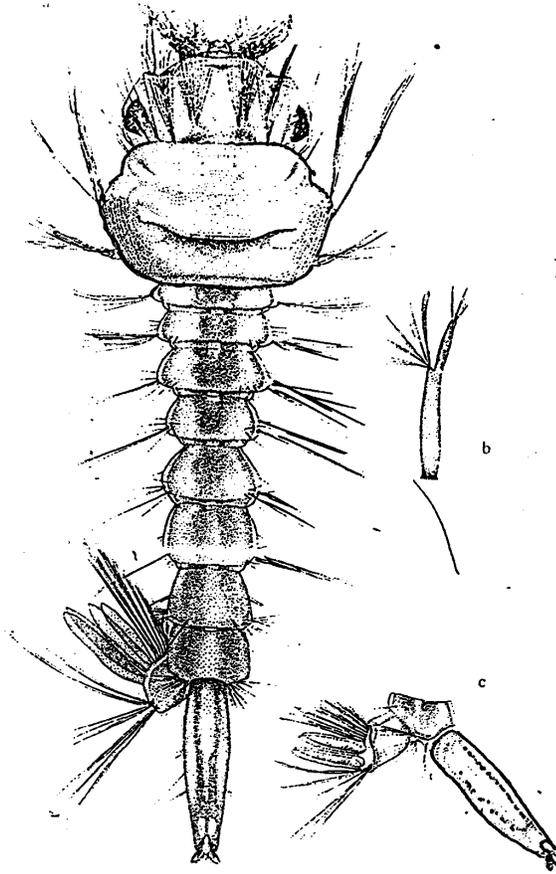


Fig. 3.
Orden: Díptero
Familia: Culicidae
Género: Culex

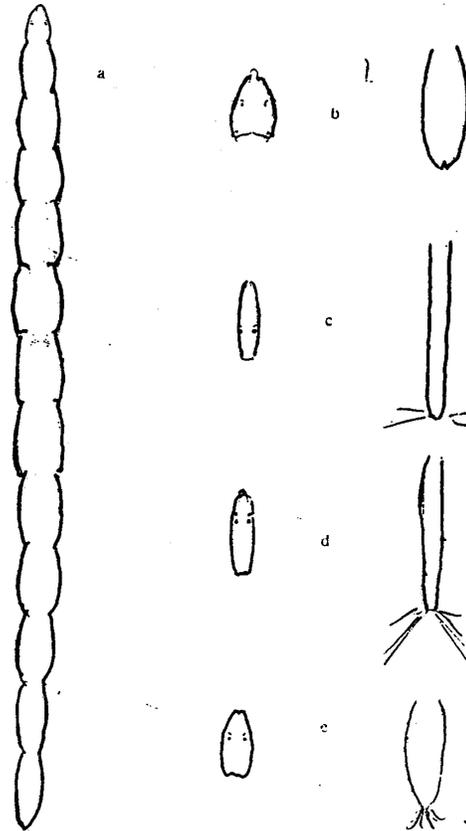


Fig. 4.
Orden: Díptero
Familia: Cerato
Género: Stilobe

Fuente: (Roldan, 1988)

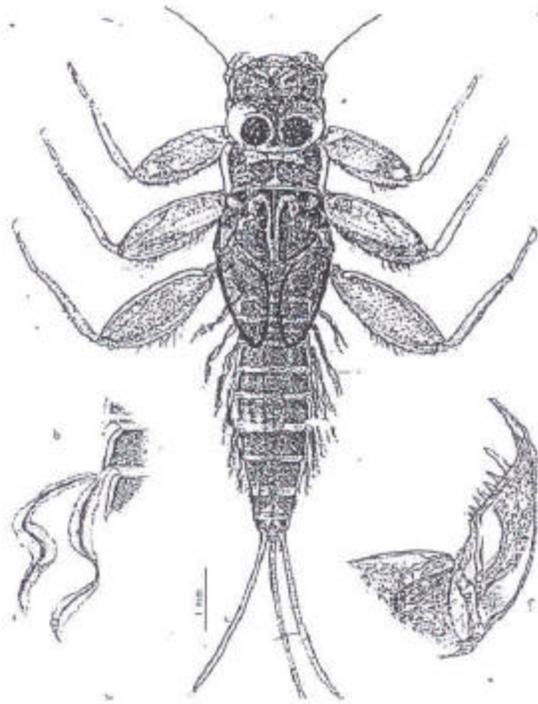


Fig. 5.
Orden: Ephemeroptera
Familia: Leptophlebiidae
Género: Thraulodes

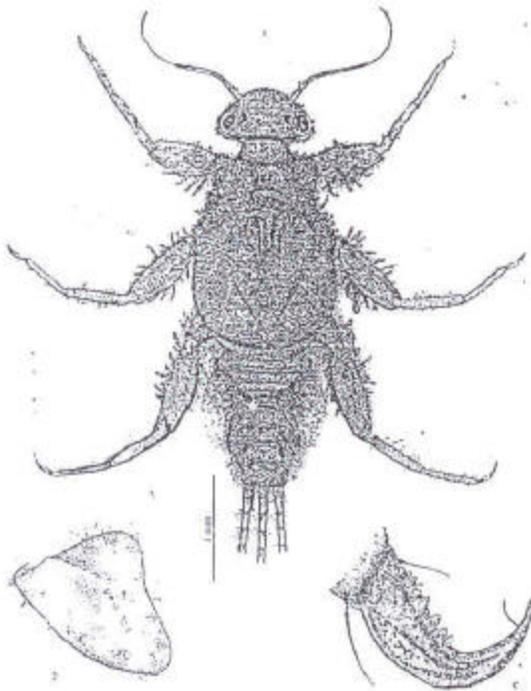


Fig. 6.
Orden: Ephemeroptera
Familia: Tricorythidae
Género: Tricorythodes

Fuente: (Roldan, 1988)

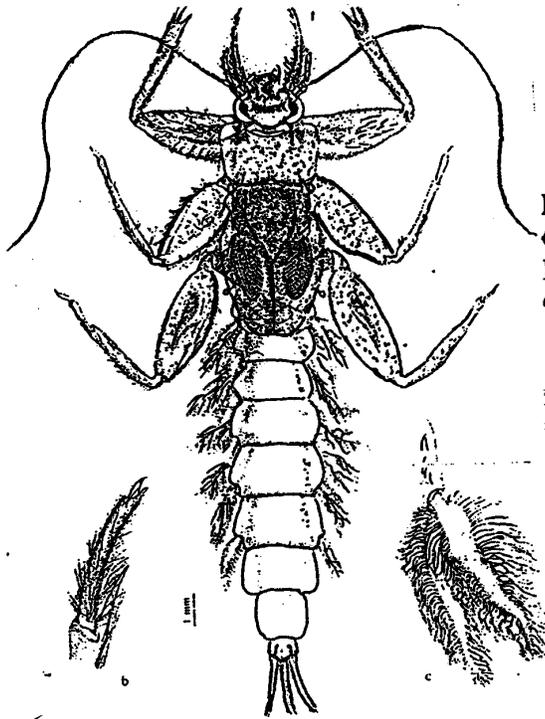


Fig. 7
Orden: Ephemeroptera
Familia: Euthyplociidae
Género: Euthyplocia

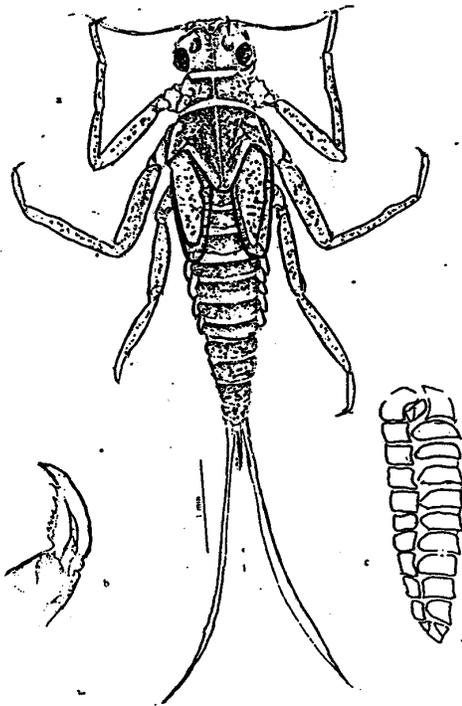


Fig. 8
Orden: Ephemeroptera
Familia: Baetidae
Género: Baetodes

Fuente: (Roldan, 1988)

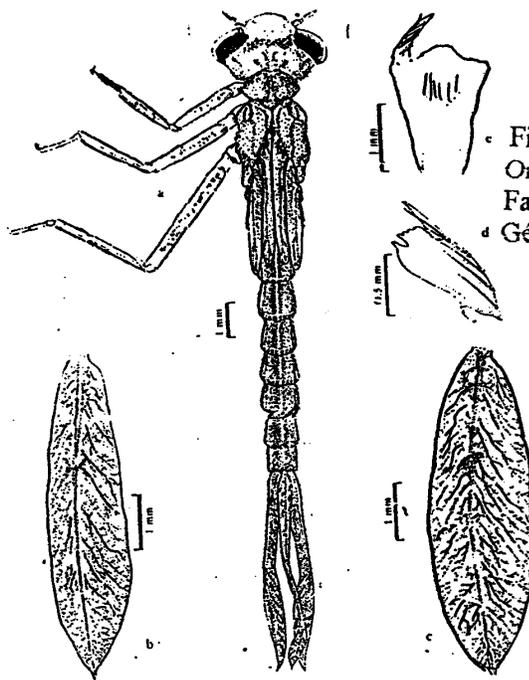


Fig. 9
Orden: Odonata
Familia: Coenagrionidae
Género: Ischnura

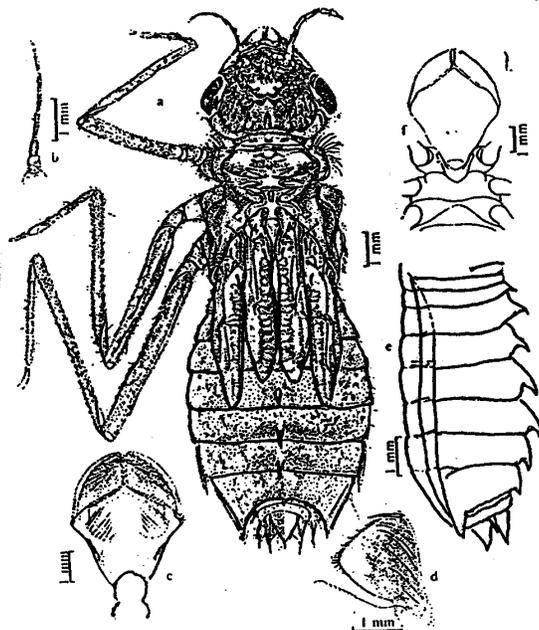


Fig. 10
Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Género: Dythemis

Fuente: (Roldan, 1988)

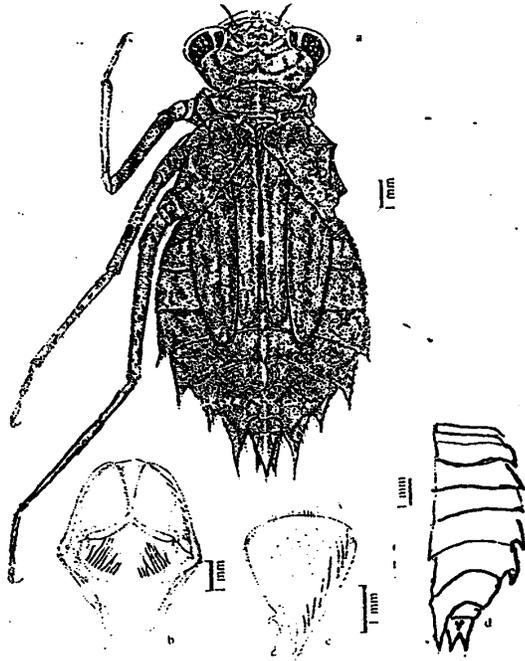


Fig. 11
Orden: Odonata
Familia: Libellulidae
Género: Dythemis

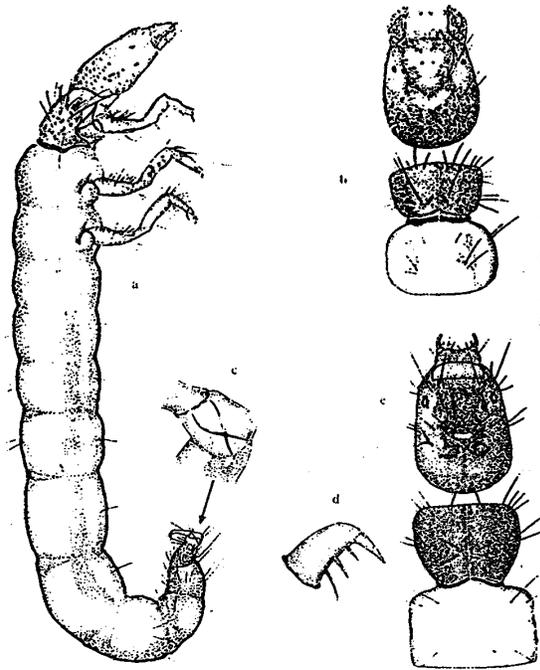


Fig. 12
Orden: Tricoptera
Familia: Polycentropodidae
Género: Polycentropus

Glosario

Riqueza de especies relaciona el número de especies encontradas con la cantidad de individuos colectados o el área de la muestra.

Diversidad es el número de especies presentes en la comunidad o en el ecosistema, un tributo de las comunidades biológicas es su diversidad de especies la cual es susceptible de ser medida al igual que otro ecosistema como productividad, biomasa, diversidad etc.

No obstante existen en los sistemas ecológicos características estructurales relacionada con la riqueza de especies, abundancia asociado directamente a factores ambientales.

Diversidad de especies es el número ó diversidad de especies en una comunidad

Abundancia indica el número de especies encontrada en unidad de área

Bentos son bentónicas todas las especies que viven en relación íntima con el fondo ya sea para fijarse en el y para escalarla, nadar en su alrededor sin alejarse de el.

Macroinvertebrados bajo este término se agrupan todos aquellos organismos que pueden ser observados a simple vista o sea aquellos organismos superiores a los 5 mm que habitan en agua dulce como estanques, ríos, lagos, lagunas y charcos.

Indicadores son especies animales o vegetales sensibles a determinados factores ambientales de modo que su presencia o ausencia pueden ser evaluadas estudiando la situación de las especies con respecto a las alteraciones.

Limitantes es importante considerar que un cambio en la diversidad implica la ausencia o presencia de individuos de una especie.