

29/179



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA
ENTOMOFAUNA ACUATICA EN EL
RIO DUERO, MICH.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

NORMA ALICIA RAMOS ESPINOSA

México, D. F.

1989

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
1.0. INTRODUCCION	1
2.0. GENERALIDADES DE INSECTOS ACUATICOS	3
2.1. Morfologia	3
2.2. Desarrollo	4
3.0. OBJETIVOS	6
4.0. ANTECEDENTES	7
5.0. AREA DE ESTUDIO	8
5.1. Situación Geográfica	8
5.2. Hidrologia	8
5.3. Relieve	9
5.4. Clima	10
5.5. Edafologia (Afloramientos Geológicos)	11
5.6. Vegetación	11
5.7. Usos	12
6.0. MATERIAL Y METODOS	13
6.1. TRABAJO DE CAMPO	14
6.1.1. Muestreo Biológico	14
6.1.2. Muestreo Hidrológico	15
6.2. TRABAJO DE GABINETE	15
7.0. RESULTADOS	19
7.1. PARAMETROS BIOLOGICOS	19
7.2. CARACTERISTICAS POBLACIONALES	21
7.2.1. Distribución en el tiempo	21
7.2.2. Abundancia en el tiempo	23
7.2.3. Distribución en el area	25
7.2.4. Abundancia en el area	30
7.2.5. Familias de insectos acuáticos que presentaron mayor distribución	32
7.2.6. Índice de Diversidad, Equitatividad y Riqueza	42
7.2.7. Asociaciones entre los parámetros ecológicos y fisico-químicos	43

7.3.	PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	45
7.4.	ALGUNOS METODOS BIOLOGICOS QUE SE HAN UTILIZADO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA	50
8.0.	DISCUSION	60
9.0.	CONCLUSIONES	72
10.0.	LITERATURA CITADA	75

RESUMEN

Este estudio presenta algunas consideraciones sobre la distribución y abundancia de las familias de insectos acuáticos capturadas en 1986 durante los muestreos que se realizaron trimestralmente en 12 localidades de la cuenca del Río Duero, Mich. La colecta entomológica se realizó utilizando un muestreador de fondo tipo Surber con el que se colectaron un total de 4009 insectos distribuidos en 1 clase, 9 órdenes y 49 familias.

El análisis de la abundancia numérica señaló que Hydropsychidae, Baetidae, Leptophlebiidae, Corixidae, Veliidae, Elmidae, Chironomidae y Tricorythidae constituyeron el 83% del total capturado, siendo las 2 últimas familias las que registraron mayor abundancia por aportar el 55%. El 61.22% de las familias capturadas presentaron una distribución local, el 33.66% agrupo a las familias con una distribución amplia y parcial y solo el 4.08% lo constituyeron familias con una distribución muy amplia.

Los patrones de distribución y abundancia (espacial y temporalmente) que presentaron las familias capturadas, se encuentran principalmente influenciados por las fluctuaciones hidrológicas que se registran en las diferentes zonas del río, por la naturaleza del sustrato, disponibilidad de alimento, presencia de vegetación acuática, hábitos alimenticios, velocidad de corriente y profundidad.

Mediante los valores de diversidad (H'), equitatividad (P') y riqueza (D) que se registraron en las localidades de muestreo, se demuestra que el Río Duero contiene en sus orígenes una mayor diversidad de insectos acuáticos, que disminuye a través de su cauce.

El análisis de los parámetros ambientales (temperatura del agua, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, potencial de hidrógeno, alcalinidad y dureza total) y ecológicos (H', J', D) permitió reconocer 2 zonas características a lo largo del río. Una zona comprendió a las localidades de Carapan, Santo Tomás, Chilchota, Etucuaró, Las Adjuntas, El Platanal y Las Limas, en donde se presentaron características del todo favorables para el desarrollo de los efemerópteros, tricópteros y dípteros. La otra zona incluye a las estaciones: Ario de Rayón, La Estanzuela, Camucuató, El Capulín y Briseñas, en donde predominaron principalmente familias de los órdenes Hemiptera, Coleoptera y Diptera.

El análisis "cluster" confirmó la asociación de las localidades anteriores, y dejó entrever el papel que la temperatura del agua y el oxígeno disuelto juegan en la distribución y abundancia de la fauna entomológica.

Los resultados de los parámetros físico-químicos marcan dentro del río zonas de aguas limpias en las primeras localidades, en tanto que en Ario de Rayón y La Estanzuela se observa una continua descomposición de la materia orgánica, con una ligera recuperación en las últimas estaciones.

Debido a que la calidad del agua interviene directamente en la diversidad de las comunidades y dada la gran utilidad práctica que presentan los insectos acuáticos como organismos indicadores de la contaminación, se incluye un anexo en donde se presenta el uso que tienen los bioindicadores en la evaluación del deterioro ambiental y la ventaja que ofrece el correlacionar los datos biológicos con los parámetros físico-químicos.

1.0. INTRODUCCION

Las aguas continentales pueden dividirse globalmente en dos grupos. El primer grupo lo forman los ambientes lénticos, algunas veces conocidos como series de aguas permanentes o fijas. En este tipo de ambiente, el movimiento del agua no tiene un flujo continuo en una dirección definida, por lo que no existe dominio de una dimensión sobre otra y no se dan gradientes en las condiciones físicas, químicas y biológicas en una dirección determinada. Esencialmente el agua es permanente, pero se pueden producir movimientos por la acción de las olas, por flujos de entrada y salida o por las mismas corrientes internas. Dentro de este grupo se incluyen todas las formas de aguas internas o de tierra adentro como son los lagos, lagunas, charcos, estanques, pantanos, etc.

El otro grupo se encuentra formado por los ambientes lóticos, en donde el cuerpo de agua se mueve continuamente en una dirección definida, presentando cambios desde su nacimiento hasta la desembocadura en un gradiente bien definido. La turbulencia de las aguas que corren provee una medida natural de aereación, haciendo que el oxígeno sea fácilmente aprovechable para la vida animal. En este tipo de ambiente las condiciones físicas, químicas y biológicas son variables, la corriente tiene una sola dirección, lo que varía es su velocidad. Dentro de este grupo se encuentran las fuentes o manantiales, ríos, arroyos, arroyuelos, etc. (Welch, 1952).

Desafortunadamente en México, no se ha prestado mucha atención a los diferentes ambientes limnológicos que existen, ya que los estudios realizados al respecto sólo los han abordado en forma superficial. Las primeras investigaciones limnológicas, fueron realizadas en el lago de Chapala (por ser ésta la cuenca lacustre más grande del país) y en los lagos michoacanos, por la enorme

riqueza tanto en recursos lenticos como loticos con que cuenta el estado de Michoacán.

Los temas limnológicos en los que se ha puesto mayor énfasis son los que se refieren a estudios ictiofaunísticos. Sin embargo, en las comunidades macrobentónicas de los sistemas lóticos existen otros grupos de organismos que también representan una fuente valiosa de información y que desafortunadamente no han sido estudiados, como es el caso de los insectos acuáticos (uno de los taxa más dominantes tanto en número como en biomasa). Los insectos acuáticos pueden llegar a ser utilizados como organismos indicadores de las características ecológicas de los ríos. Edmonson (1959) señala que económicamente pueden servir como alimento natural de peces.

Debido a que en México los estudios realizados en ríos son muy pocos y la mayoría de ellos se orientan principalmente a aspectos de ingeniería hidráulica descuidando los aspectos biológicos, se requiere de la elaboración de trabajos que den mayor impulso al conocimiento de las características ecológicas de los cuerpos de agua en general, así como a las comunidades de organismos que en ellos habitan.

El presente trabajo tiene como propósito fundamental dar a conocer algunas consideraciones sobre la ecología de los insectos acuáticos en la cuenca del Río Duero, que es un recurso natural básico para las actividades humanas de la región, ya que sus aguas son utilizadas en la alfarería, irrigación, como fuente de energía eléctrica y para recreación.

2.0. GENERALIDADES DE INSECTOS ACUATICOS

Los insectos constituyen un grupo predominantemente terrestre, y solo alrededor del 10% de sus especies son acuáticas (McCafferty, 1981). Se estima que alrededor de 28,000 especies de insectos acuáticos se encuentran ampliamente distribuidas en el mundo, ocupando casi todos los hábitats concebibles (Cheng, 1976). Los insectos acuáticos se pueden encontrar en aguas poco profundas o superficiales cerca de las orillas de los ríos, lagos, estanques, pantanos, arroyos, etc. Se han reportado especies que pueden habitar en torrentes glaciales, otras en manantiales con alta temperatura y algunas más en charcos malolientes, corrientes rápidas o en lagos y ríos con alta concentración salina y reducido suministro de oxígeno disuelto. Sólo pocos dípteros han sido encontrados en lagos profundos (Pennak, 1978). Algunos insectos requieren de poca agua mientras que otros la requieren en grandes cantidades para llevar a cabo su ciclo de vida.

Debido a que los ambientes acuáticos difieren marcadamente de los ambientes terrestres, los insectos han tenido que desarrollar diversas adaptaciones a la vida acuática como son: sistemas especiales de respiración, mecanismos adecuados para mantener las concentraciones de sales internas, adaptaciones propias para su movimiento dentro del agua y adaptaciones especiales para hacer la transición de un ambiente a otro, ya que en algunos órdenes sus estados inmaduros son estrictamente acuáticos, mientras que el adulto es típicamente terrestre (McCafferty, 1981).

2.1. MORFOLOGIA:

Los insectos acuáticos se distinguen de los otros artrópodos acuáticos por poseer 3 segmentos torácicos indicados por los

prefijos pro, meso y meta, de anterior a posterior; cada uno de los segmentos sostiene un par de patas las cuales se encuentran formadas por los siguientes segmentos: coxa, trocánter, fémur, tibia, tarsos y uñas tarsales. En la mayoría de los adultos están presentes dos pares de alas formadas por venas que pueden ser gruesas o delgadas con áreas membranosas entre ellas. En muchos grupos, cuando los insectos son todavía inmaduros sus alas se desarrollan externamente como capullos que se incrementan en tamaño cuando estos mudan.

La cabeza es también característica de los insectos acuáticos, presenta una capsula definida que soporta un par de antenas, ojos compuestos, ocelos u ojos simples y tres pares de partes bucales: mandíbulas, maxilas (su estructura es muy compleja y se utilizan principalmente para manipular la comida) y el labium que se origina de la fusión del segundo par de maxilas. En los hemipteros, ciertas estructuras de las partes bucales forman largos estilletes apropiados para formar un agudo pico chupador (Edmonson, 1959).

El abdomen se encuentra formado por la unión de 11-12 segmentos; en la parte final se presentan cercos, ovoposidores y genitalia como resultado de apéndices modificados. Muchas larvas presentan propatas o patas falsas sobre el abdomen.

2.2. DESARROLLO:

El ciclo de vida de los insectos acuáticos sigue tres patrones básicos, y cualquiera o todos los estadios del ciclo pueden ser acuáticos.

Los huevos y su modo de depositarlos son extremadamente variados. Algunos adultos simplemente dispersan masas de huevos individuales dentro del agua (muchos plecópteros, algunos efemerópteros y tricópteros). Muchas hembras poseen un puntiagudo o elongado ovopositor al final del abdomen el que utilizan para colocar los huevecillos dentro del tejido de las hojas de las plantas (algunos odonatos y coleópteros). Pocos insectos llevan masas de huevos sobre su propio cuerpo incubándolos hasta su eclosión (algunas especies de hemipteros). La familia Chironomidae y muchos tricópteros protegen sus huevecillos cubriéndolos con una

substancia gelatinosa ya sea dentro o fuera del agua. Los huevos pueden incubar inmediatamente o requerir de ciertas condiciones que disporen su desarrollo. En condiciones adversas el huevo permanece en un estado inactivo.

Los insectos primitivos tales como los Collembola pueden ser referidos como ametabolos (sin metamorfosis), no existe una visible transición del estado inmaduro al adulto.

Los insectos homimetábolos o paurometábolos (metamorfosis incompleta) presentan un estado inmaduro, usualmente llamado ninfa. Las ninfas asumen gran variedad de formas y aparecen en una gran cantidad de habitats, se caracterizan por presentar capullos de alas, largas antenas y tarsos segmentados. Cuando las ninfas salen del huevo crecen a través de un cierto número de mudas sin presentar grandes cambios en su apariencia, pueden requerir de pocos meses a varios años para completar su crecimiento. En la muda final emerge un adulto sexualmente maduro y alado. Los Plecoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata y Ortoptera son algunos órdenes que presentan este tipo de desarrollo.

La metamorfosis completa (holometábolos) incluye una larva y una pupa, esta última usualmente inactiva. La larva se encuentra ausente de capullos de alas, generalmente presenta antenas cortas y los tarsos no segmentados, la gran variedad de formas y tamaños es extensa. Después de salir del huevecillo la larva no cambia de apariencia, pero sí de tamaño. Los cambios internos y externos toman lugar principalmente durante el estado pupal en donde después de un tiempo emerge el adulto. Casi todos los adultos se reproducen por reproducción sexual. Puede en algunos casos presentarse la partenogénesis (salida del huevecillo sin llegar a ser fertilizado por el macho) y la ovoviviparidad (huevecillos desarrollados en el cuerpo de la hembra). Este tipo de metamorfosis se encuentra principalmente en los órdenes: Trichoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Megaloptera, Hymenoptera y Diptera.

3.0. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como finalidad:

1. Determinar a nivel de familia la entomofauna colectada en el Río Duero, Mich. elaborando su listado.
2. Conocer los patrones de distribución y abundancia de las familias en el tiempo y espacio.
3. Establecer la relación entre la abundancia y distribución de los organismos colectados con algunos parámetros físico-químicos.

4.0. ANTECEDENTES

El Río Duero ha sido estudiado desde un punto de vista hidráulico por ser la parte medular del Sistema de Riego No. 61, el más complejo del estado de Michoacán y responsable directo de la productividad agrícola en el Valle de Guadalupe, Valle de Zamora y Ciénega de Chapala (S.A.R.H., 1977).

Para el estado de Michoacán se han desarrollado varios trabajos enfocados la mayoría de ellos a estudios de sistemática, distribución, adaptación y evolución de grupos ictiofaunísticos (Ledesma, 1987). Sin embargo, en su aspecto biológico el Río Duero ha sido poco estudiado. Alvarez y Cortez (1962) y Alvarez (1964) realizaron capturas ictiológicas en algunos puntos del río a su paso por el Valle de Zamora. López y Guzmán (1987) efectúan un estudio preliminar del macrobentos y contribuyen al conocimiento de la composición biótica y abiótica del río. Ledesma (1987) y López (1988) realizan un estudio ictiofaunístico, analizando este último la Ecología y Biología de *Goodea atripinnis* (Pisces: Goodeidae) en el Río Duero. Oliva, et. al. (1987) presentan un informe sobre la distribución y abundancia del macrobentos y Delgado, et. al. (1987) estudian la distribución de los cambáridos (*Procambarus* y *Cambarellus*) dentro del río. En sus aspectos físico-químicos, el río ha sido estudiado principalmente por Vázquez, et. al. (1984, 1985 y 1986) y por Vázquez y King (1986) quienes publican los siguientes trabajos: a) Evaluación del proceso de autopurificación química y biológica del Río Duero. b) Evaluación del impacto ambiental en el Río Duero, Zamora, Mich. c) Evaluación del impacto ambiental en el Río Duero, Mich. mediante la salinidad. Análisis de iones mayores. d) Evaluación del proceso de autopurificación química y biológica del Río Duero, Parte II. Por último, King (1987) elabora su tesis de maestría intitulada Evaluación del proceso de purificación biológica del Río Duero, en el Valle de Zamora Michoacán, Méx.

5.0. AREA DE ESTUDIO

5.1. SITUACION GEOGRAFICA:

El estado de Michoacán comprende una superficie de 58,836.95 Km², por lo que ocupa el decimosexto lugar nacional en extensión. Limita al norte con los estados de Jalisco y Guanajuato, al noreste con Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste y sur con Guerrero, al oeste con Colima y al suroeste con el Océano Pacífico (S.P.P., 1985).

La cuenca del río en donde se realizó el presente trabajo se localiza en el Valle de Zamora, estado de Michoacán. Se encuentra comprendida entre las coordenadas geográficas que van de los 19° 50' a los 20° 50' Latitud Norte y de los 102° 02' a los 102° 39' Longitud Oeste. La dirección general que sigue el río es de SE a NE drenando aproximadamente una superficie de 2,156 Km².

5.2. HIDROLOGIA:

El Río Duero nace cerca del poblado de Carapan, en la Cañada de los Once Pueblos y se origina por la unión de los manantiales Otacuaro, Ojo Chico, Cunio, Cunio Chico, Echingario, Uven y Bejar. Durante todo el año recibe afluentes de numerosos manantiales de agua fría, principalmente en la Cañada de los Once Pueblos y al principio del Valle de Zamora por lo que su escurrimiento medio anual es de 250 millones de m³. Los ríos Tlazazalca, Camécuaro y Celio son sus principales afluentes.

En su recorrido el río pasa por los Valles de Tangancicuaro de Arista y por la zona agrícola del Valle de Zamora, en donde efectúa su entrada a través de la barranca El Platanal siguiendo un curso SE-NW, en esta zona el río surte de agua a todo el Valle de Zamora

disminuyendo su volumen de descarga en su cauce principal. Sin embargo, en la parte final del valle poco antes del poblado La Estanzuela existe una recuperación parcial principalmente por la afluencia de los canales. El distrito cuenta con 296 Kms de canales. 49 Kms son de canales principales y el resto de canales secundarios.

Los escurrimientos superficiales del río, desde su entrada al Valle de Zamora y hasta su salida en el puente de Camucuató hacia la Ciénega de Chapala son del orden de 208 millones de m³ que son utilizados para el riego de unas 18,000 Has, de las cuales 15,000 Has corresponden al Valle de Zamora en tanto que las 3,000 Has restantes son para el área comprendida entre el Cañón de la Estanzuela-San Simón y el puente de Camucuató. Luego de su salida del Valle de Zamora y después de un recorrido de 37 Kms por la Ciénega de Chapala, alimenta al Río Lerma por su margen izquierdo cerca del poblado de Ibarra, que se localiza a 18 Kms abajo de La Barca, Jal. En esta zona el río no recibe aportes naturales, por lo que sus variaciones de flujo son controladas mediante las estaciones de bombeo que se encuentran localizadas una a la orilla del poblado El Capulín y la otra en las inmediaciones del puente de la carretera Briseñas-Sahuayo.

A principios de siglo, el río vertía sus aguas directamente al Lago de Chapala, pero debido a las obras de aprovechamiento para el riego que se han realizado, a la desecación parcial de la Ciénega y a algunas obras de desviación, se convirtió en el afluente principal del Río Lerma (Correa, 1974).

5.3. RELIEVE:

La cuenca del río se encuentra enclavada en la provincia fisiográfica del eje neovolcánico formando parte de las tres subprovincias fisiográficas: La subprovincia de las sierras y bajos michoacanos que comprende los cerros, valles y llanos al Este de la Cañada del Platanal, incluyendo los cerros que constriñen esta barranca; la subprovincia de Chapala la cual incluye al Valle de Zamora, a los cerros que lo limitan al Sur mas los que lo separan de la Ciénega de Chapala así como los demás

cerros que lo rodean; y la subprovincia neovolcanica Tarasca la cual se encuentra formada por los cerros más altos al Sur de la Cañada de los Once Pueblos y los Valles de Tangancicuaro de Arista y de Zamora.

5.4. CLIMA:

El clima que se presenta en la zona de estudio es de tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Los meses más calidos son de marzo a julio y los más frios de diciembre a febrero. El porcentaje de lluvia invernal es menor del 5%, con temperatura media del mes más frío superior a los 18°C (García, 1973).

A lo largo del río se presentan tres subtipos climáticos:

- 1) (A)C (W_2) (W). Es el tipo climático más húmedo, se localiza en la Cañada de los Once Pueblos por debajo de los 2,000 m.s.n.m. a partir de Carapan y continúa en una banda contigua dentro del Valle de Tangancicuaro. En esta zona la precipitación media está en el rango de 1,000 a 1,200 mm con una temperatura media anual entre los 18 y los 20°C.
- 2) (A)C (W_1) (W). Es un tipo climático intermedio en cuanto a humedad, se presenta en la parte final del Valle de Tangancicuaro hasta gran parte del Valle de Zamora. Su precipitación media anual se encuentra en un rango de 800 a 1000 mm, en tanto que la temperatura media anual se presenta entre los 18 y los 20°C.
- 3) (A)C (W_0) (W). Es el tipo climático menos húmedo, se presenta en la parte final del Valle de Zamora, así como en la Ciénega de Chapala por debajo de los 1,800 m.s.n.m. La precipitación media anual es de 800 a 1,000 mm. En la Ciénega de Chapala existe un incremento de temperatura que va de sur a norte teniendo su media anual mayor a 20°C y una oscilación térmica anual de 14.1°C con lluvias abundantes en verano y escasas en otoño e invierno. Su precipitación media anual es cercana a 775 mm. La evapotranspiración media anual es de 756.4 mm (S.A.R.H., 1972).

5.5. EDAFOLOGIA (AFLORAMIENTOS GEOLOGICOS):

En la cuenca del río la mayoría de los cerros corresponden a una unidad formada por basalto originado por la actividad volcánica durante el cuaternario. El basalto es masivo, de color pardo, negro o gris oscuro, constituido por plagioclasas, olivino y otros minerales; se encuentra dispuesto en coladas amplias y fluidas de lava. En el Valle de Zamora existen dos unidades diferentes de basalto del cuaternario, mientras que en la Ciénega de Chapala en los pequeños cerros cercanos al poblado de La Angostura, aflora una unidad de origen continental del terciario superior. Los suelos del Valle de Zamora presentan condiciones adecuadas para el cultivo, predominando las tierras arcillosas que presentan salitre de origen lacustre. Son ricos en materia orgánica y poseen además un alto poder de fijación del fósforo (King, 1987). En la Cañada de los Once Pueblos y en los valles agrícolas se han acumulado sedimentos aluviales a lo largo del cuaternario, los depósitos así formados se encuentran constituidos generalmente por suelo arenoso-arcilloso formado con detritus proveniente de la erosión de las rocas ígneas de tamaño variable y formas subangulosas y subredondeadas, llegando a tener espesores de cientos de metros en la Ciénega de Chapala, antigua planicie de inundación de los ríos Lerma y Duero.

Entre Zacapu y la subestación eléctrica de Carapan, así como en las partes altas del cerro La Beata, se presentan unidades de andesita originada por derrames lávicos del terciario. Al norte de Carapan se encuentra una unidad de dacita del terciario superior a la cual pertenecen los cerros: Ojo de agua, el Costa, el Cobre y el Tacuache.

5.6. VEGETACION:

En los cerros que rodean a la Cañada de los Once Pueblos por encima de los 1,900 m.s.n.m. se presenta el bosque de encinos y pinos. En el Valle de Zamora y en la Ciénega de Chapala, la mayor parte de los terrenos son de riego anual cultivando principalmente: fresa, papa, cebolla, frijol, garbanzo, maíz, sorgo, cartamo y jitomate. En la Ciénega de Chapala predomina el matorral espinoso

con plantas carnosas y pastizales que dominan en los bordes menos secos de las zonas áridas (King, 1987).

5.7. usos:

El Río Duero cobra mayor importancia en los primeros kilómetros de su recorrido ya que parte del agua es canalizada para surtir a los poblados cercanos a la Cañada de los Once Pueblos. También es utilizada en la alfarería y en el procesamiento primario en la producción de ladrillo rojo. Posteriormente, el río comienza a surtir de agua a los campos de cultivo de los Valles de Tangancicuaro de Arista y de Guadalupe ocasionando que su cauce se torne bastante difuso. Su complejidad hidráulica se manifiesta cuando ingresa al Valle de Zamora donde además de abastecer a los campos de cultivo, es el encargado del suministro de agua a la hidroeléctrica El Platanal recibiendo los desechos orgánicos, domésticos e industriales.

La cuenca del río es parte medular del Sistema de Riego No. 61, hidráulicamente el más complejo del estado de Michoacán y de la parte centro del país; siendo además el responsable directo de la productividad agrícola del Valle de Guadalupe, Valle de Zamora y Ciénega de Chapala.

6.0. MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo es un subprograma del programa general "Caracterización Limnológica del Río Duero, Mich." realizado en el Laboratorio de Limnología del ICMYL-UNAM. En el programa se seleccionaron el número y la ubicación de los lugares de colecta. Los datos geográficos, tipo de sustrato y profundidad media de las estaciones de muestreo se presentan en las Tablas No. 1 y 2.

Para tener representadas las variaciones que sufre el ecosistema acuático durante un ciclo anual, se realizaron cuatro muestreos con una frecuencia trimestral, a partir del mes de febrero de 1986. Las doce localidades designadas para la obtención del material de estudio se seleccionaron en base a las siguientes características: su fácil acceso por carretera en cualquier época del año, áreas factibles de desarrollo acuícola, su representatividad de las diferentes condiciones a lo largo del río tales como: profundidad, anchura, velocidad de corriente, clima, suelo, vegetación, afluentes y efluentes, así como también los sitios en donde desembocan los drenes agrícolas, domésticos e industriales (Poblado de Chilchota, Presa Urepetiro, Valles de Zamora y Tangancicuaro de Arista y Ciénega de Chapala).

Las estaciones de colecta a lo largo del río fueron las siguientes: (Mapa No. 1)

Estación No. 1	Carapan
Estación No. 2	Santo Tomás
Estación No. 3	Chilchota
Estación No. 4	Etúcuaro
Estación No. 5	Las Adjuntas
Estación No. 6	El Platanal
Estación No. 7	Las Limas
Estación No. 8	Ario de Rayón
Estación No. 9	La Estanzuela
Estación No. 10	Camucuató
Estación No. 11	El Capulín
Estación No. 12	Briseñas

TABLA No. 1

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO
EN EL RIO DUERO, MICH.

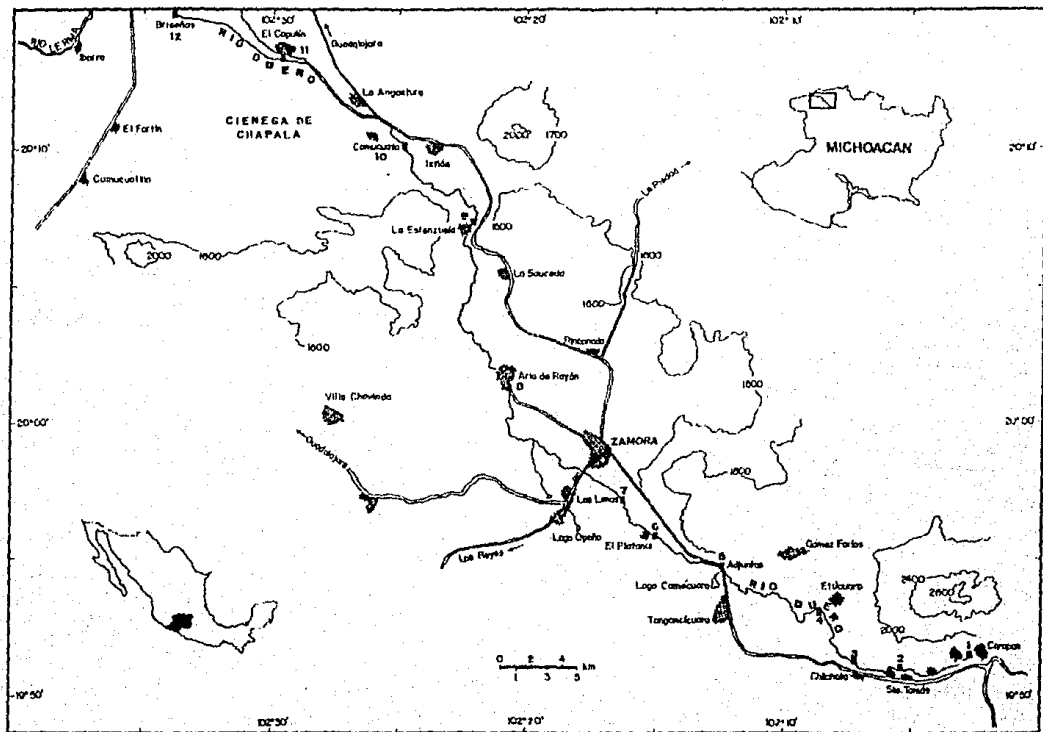
ESTACION No.	LOCALIDAD	LOCALIZACION GEOGRAFICA		ALTITUD (m. s. n. m.)
		LATITUD	LONGITUD	
1	Carapan	19° 51' 29"	102° 02' 42"	2180
2	Santo Tomas	19° 51' 52"	102° 05' 11"	1760
3	Chilchota	19° 50' 56"	102° 07' 07"	1720
4	Etúcuaro	19° 52' 54"	102° 09' 16"	1700
5	Las Adjuntas	19° 54' 48"	102° 12' 30"	1680
6	El Platanal	19° 56' 16"	102° 15' 19"	1620
7	Las Limas	19° 57' 12"	102° 16' 10"	1580
8	Ario de Rayón	20° 01' 29"	102° 20' 36"	1580
9	La Estanzuela	20° 06' 48"	102° 22' 17"	1500
10	Camucuató	20° 11' 04"	102° 26' 08"	1500
11	El Capulín	20° 03' 12"	102° 30' 12"	1480
12	Briseñas	20° 15' 13"	102° 35' 19"	1450

TABLA No. 2

TIPO DE SUSTRATO Y PROFUNDIDAD MEDIA DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

ESTACION No.	TIPO DE SUSTRATO	PROFUNDIDAD MEDIA
1	FONDO ROCOSO. ZONA DE COLECTA SOMBREADA POR ARBOLES.	20 CM
2	SUSTRATO ROCOSO. ZONA DE MUESTREO AL DESCUBIERTO. LOS POCOS ARBOLES QUE HAY SE ENCUENTRAN BASTANTE RETIRADOS DE LA ORILLA.	30 CM
3	FONDO ROCOSO Y LINDOSO. LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE COMIENZA A AUMENTAR.	1 m y 4 m. ANCHO
4	SUSTRATO ROCOSO. ZONA DE COLECTA SOMBREADA POR GRANDES AHUEHUETES QUE CRECEN EN LOS MARGENES DEL RIO.	1.10 m. DE PROFUNDIDAD Y 1.5 m DE ANCHO
5	FONDO ROCOSO CON VEGETACION Y HOJARASCA. ZONA DE MUESTREO SOMBREADA POR GRANDES ARBOLES.	—————
6	TRAMO DE MUESTREO DE FONDO ROCOSO-ARENOSO, CON BASTANTES ARBOLES A LA ORILLA DEL RIO QUE PROPORCIONAN SOMBRA.	70 CM. ANCHO DE 7 m
7	COMIENZAN A APARECER ZONAS FANGOSAS. ZONA DE MUESTREO AL DESCUBIERTO.	80 cm. CON UN ANCHO MEDIO DE 10 m
8	FONDO LODOSO CON NOTORIA PRESENCIA DE LIRIO ACUATICO. ZONA DE MUESTREO AL DESCUBIERTO.	—————
9	SUSTRATO LODOSO, CON PRESENCIA DE LIRIO ACUATICO, TRONCOS Y ROCAS.	90 CM. ANCHO DE 10 m.

10	ZONA CUBIERTA POR GRANDES CANTIDADES DE LIRIO ACUATICO. LA ZONA DE MUESTREO SE ENCUENTRA LIBRE DE SOMBRA.	80 m. CON UN ANCHO MEDIO DE 10 m
11	FONDO LODOSO CON LIRIO ACUATICO. TRONCOS Y PEQUEÑAS ROCAS. EN LOS MARGENES DEL RIO EXISTE MATORRAL ESPINOSO QUE NO PROPORCIONA SOMBRA EN EL TRAMO DE MUESTREO.	1.5 m CON ANCHO MEDIO DE 25 m
12	FONDO LODOSO CON GRAN CANTIDAD DE LIRIO ACUATICO, PEQUEÑOS TRONCOS DE ARBOLES. ZONA DE MUESTREO AL DESCUBIERTO.	1.5 m. UN ANCHO MEDIO DE 50 m



Mapa 1. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL RIO DUERO, MICH.

6.1. TRABAJO DE CAMPO:

6.1.1. MUESTREO BIOLÓGICO

Con la finalidad de tener mayor representatividad de la entomofauna acuática se planteó la posibilidad de muestrear las áreas tanto de alta como de baja energía del río, es decir, el centro y las orillas respectivamente. Sin embargo, esto sólo fue posible en las primeras estaciones, debido a que en las últimas la profundidad del río impidió colocar la red.

Debido a lo anterior, la colecta de insectos se llevó a cabo únicamente en las orillas del río, utilizando un muestreador de fondo tipo Surber (900 cm²) con una abertura de malla de 1 mm. La red se colocó en contracorriente siguiendo la técnica propuesta por Usinger (1956).

El material colectado se colocó en charolas con la finalidad de realizar la búsqueda de organismos. Para el manejo de los ejemplares capturados, se utilizaron pinceles, ya que en algunos grupos de insectos sus larvas y ninfas son muy delicadas (Buono y Mayaudón, 1975).

Para su preservación, el material se colocó en frascos de vidrio de boca ancha con alcohol etílico al 70% anotando número de estación, localidad, tipo de sustrato, colector y fecha.

Posteriormente, el material se trasladó al Laboratorio de Limnología en donde se procedió a separar los diferentes grupos taxonómicos, pues además de la Clase Insecta se colectaron: gasterópodos, pelocipodos, crustáceos, turbelarios y oligoquetos (los organismos se encuentran depositados en la colección del Lab. de Limnología del ICMYL - UNAM).

El trabajo de laboratorio consistió principalmente en la determinación a nivel de familia de los organismos capturados, y en la evaluación cuantitativa de las muestras. Los datos obtenidos de este proceso, tuvieron como objetivo detectar las variaciones en la abundancia y en la composición faunística a lo largo del ciclo estudiado.

Una vez determinadas las familias, estas fueron catalogadas, etiquetadas e incorporadas a la colección del Lab. de Limnología.

La literatura empleada en la identificación de los organismos se basó principalmente en las claves de Lehmkühl (1979), McCafferty (1981), Merritt y Cummins (1978), Pennak (1978) y Usinger (1956).

6.1.2. MUESTREO HIDROLOGICO

Por cada estación de muestreo se tomaron "in situ" las siguientes determinaciones superficiales: temperatura del agua y pH utilizando un termómetro de mercurio que se introdujo de 3-5 min para su estabilización y un potenciómetro de campo con electrodo combinado, que se calibró previamente con una solución buffer.

Las muestras de agua para la determinación del oxígeno disuelto, alcalinidad y dureza total se mantuvieron a temperatura ambiente, para realizar horas después los análisis físico-químicos correspondientes. La determinación del oxígeno se realizó mediante el método de Winkler modificación Azida de sodio, la alcalinidad con una solución de ácido sulfúrico utilizando como indicadores naranja de metilo y fenolftaleína; para la dureza total se utilizó el EDTA y Eriocromo Negro-T como indicadores. Los análisis de las muestras de agua se realizaron de acuerdo a A.P.H.A. (1976).

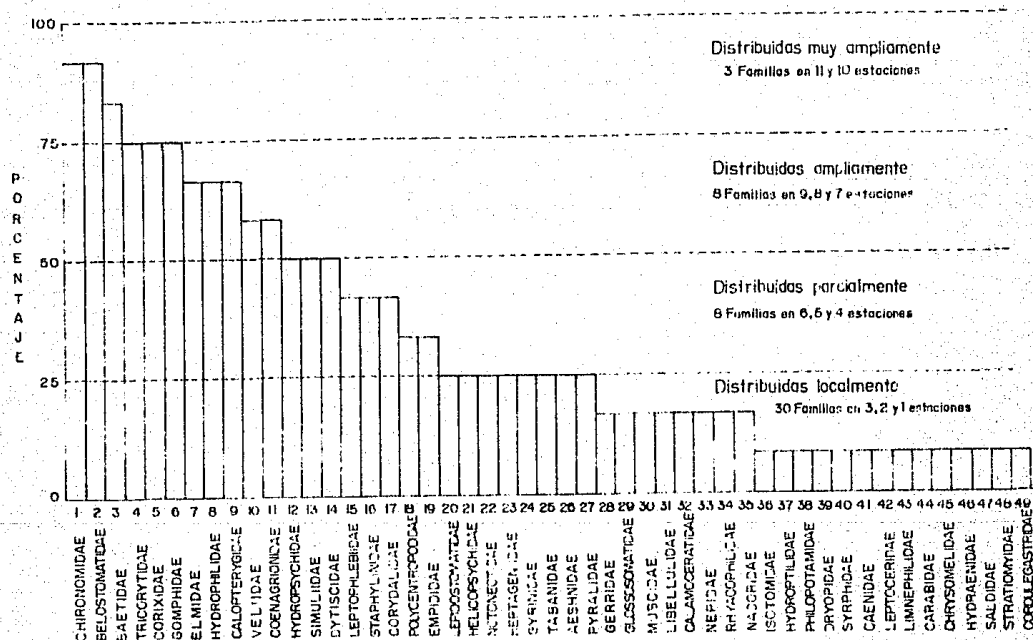
6.2. TRABAJO DE GABINETE:

La información de los datos obtenidos en el presente trabajo se concentró en tablas individuales, considerando tanto por estaciones de colecta como por muestreo el número total de individuos y el porcentaje de la abundancia. Las tablas anteriores sirvieron para evaluar en el tiempo y en el espacio la distribución y la abundancia de cada una de las familias de insectos. El procesamiento de los datos se realizó con el programa Lotus 1-2-3.

Siguiendo el criterio de división porcentual propuesto por Núñez (1983), las 49 familias identificadas se redujeron a 19 por medio de la exclusión de aquellas que tuvieron una distribución local (0% al 25%) (Fig. 1).

De acuerdo a lo anterior, en el análisis de los parámetros ecológicos (diversidad (H'), equitatividad (J') y riqueza (D)) y en el del agrupamiento (Cluster Analysis) se consideraron únicamente a

Fig. 1 DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS FAMILIAS POR ESTACIONES



las familias que tuvieron una distribución entre el 25 y 100%.

Estudios realizados por Hughes (1978) indican que el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') puede ser calculado para varios niveles taxonómicos, desde phylum hasta especie. No obstante, el mismo autor señala que los datos más finos de la estructura de la comunidad se obtienen cuando los organismos son identificados a nivel específico. Margalef (1974) reporta que en las comunidades naturales este parámetro ecológico no excede de 5 bits por individuo.

Debido a que en el presente estudio la determinación sistemática de los organismos se efectuó solo a nivel de familia, el análisis ecológico de la población se realizó para este nivel taxonómico. Para cada estación de muestreo se calculó el índice de diversidad, utilizando la expresión matemática propuesta por Shannon-Wiener (1963):

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Donde:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

N = Número total de individuos
 n_i = Número de individuos
 s = Número de familias

Debido a que la función de Shannon-Wiener combina tanto el número de especies como la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies (Lloyd y Ghelardi, 1964), fue necesario calcular los índices de equitatividad o igualdad (J') y riqueza (D).

El índice J' de Pielou (1966) que se utilizó para calcular la equitatividad, permite estimar la desviación de la diversidad máxima e indirectamente estima la abundancia relativa. Para su estimación se utilizó la expresión siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

H' = Diversidad de las familias observada

H'_{max} = Diversidad máxima de familias

Finalmente, para calcular la riqueza de familias como componente de la diversidad, se utilizó la siguiente ecuación empleada por Margalef (1969).

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

S = Número total de familias

N = Número total de individuos

Los valores de los parámetros ecológicos (H', J' y D) se graficaron para ser interpretados en el espacio.

En cuanto a los parámetros físico-químicos, se elaboraron gráficas con los valores mínimos, promedios y máximos que se obtuvieron por localidad. En algunas ocasiones fue necesario referirse a los valores promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 1985, ya que durante el año en que se llevó a cabo el muestreo no se pudieron realizar estos análisis.

Los valores de los parámetros hidrológicos reportados para la estación No. 4 (Elúcuaro) durante el mes de noviembre, se obtuvieron mediante la interpolación lineal entre los valores de las estaciones Chilchota y Las Adjuntas, debido al difícil acceso a la zona durante este mes.

Los intervalos de los parámetros ambientales en los que aparecieron las familias con mayor distribución, se determinaron relacionando la presencia de cada familia con los valores de los parámetros físico-químicos del lugar de colecta.

Por último, con la finalidad de conocer la relación que guardan

los parámetros ecológicos (diversidad H', equitatividad J' y riqueza D) con los parámetros físico-químicos (temperatura, oxígeno, pH, alcalinidad y dureza total) se empleó una de las técnicas del análisis multivariado, el Análisis de Agrupamientos o Cumulos (Cluster Analysis). El objetivo principal de este tipo de análisis es sintetizar la información de la matriz de similitud, permitiendo de esta forma el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de las variables (Sneath y Sokal, 1973).

Con los valores obtenidos de los parámetros ecológicos y físico-químicos por estación de muestreo, se procedió a elaborar una matriz de similitud a partir de un coeficiente de distancia. Crisci y López (1983) señalan que este coeficiente permite cuantificar a través de la distancia las similitudes o diferencias entre las variables. A mayor distancia, menor similitud. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{Distancia Taxonómica} = \left[\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2 \right]^{1/2}$$

A partir de esta matriz y siguiendo la técnica de ligamiento promedio "no ponderado" se obtuvieron los dendogramas correspondientes, en los cuales se pudo observar el grado de similitud entre el grupo de variables establecidas.

El análisis de los dendogramas se realizó tomando diferentes distancias para reconocer los grupos y subgrupos formados.

Finalmente, para medir el grado de distorsión entre la matriz de distancia y el dendograma resultante se calculó el Coeficiente de Correlación Cofenético (CCC) (Sokal y Rohlf, 1962).

Con respecto a la información de los diferentes métodos biológicos que existen para evaluar la calidad del agua, fue obtenida por medio de una revisión bibliográfica de libros y artículos referentes al tema.

7.0. RESULTADOS

7.1. PARAMETROS BIOLÓGICOS:

En los muestreos realizados durante 1986, se colectaron 4009 insectos acuáticos agrupados en 1 clase, 9 ordenes y 49 familias. La ordenación sistemática de las familias se realizó siguiendo el criterio de Lehmkuhl (1979).

LISTA SISTEMÁTICA DE LAS FAMILIAS DE INSECTOS ACUÁTICOS COLECTADAS DURANTE 1986.

Clase: Insecta

Orden: Collembola
Suborden: Arthropleona
Superfamilia: Entomobryoidea
Familia: Isotomidae

Orden: Ephemeroptera
Familias: Baetidae
Caenidae
Heptageniidae
Leptophlebiidae
Tricorythidae

Orden: Odonata
Suborden: Anisoptera
Familias: Aeshnidae
Cordulegastridae
Gomphidae
Libellulidae
Suborden: Zygoptera
Familias: Calopterygidae
Coenagrionidae

Order: Hemiptera
Families: Belostomatidae
Corixidae
Gerridae
Naucoridae
Nepidae
Notonectidae
Saldidae
Veliidae

Order: Megaloptera
Families: Corydalidae

Order: Trichoptera
Families: Calamoceratidae
Glossosomatidae
Helicopsychidae
Hydropsychidae
Hydroptilidae
Lepidostomatidae
Leptoceridae
Limnephilidae
Philopotamidae
Polycentropodidae
Rhyacophilidae

Order: Lepidoptera
Families: Pyralidae

Order: Coleoptera
Families: Carabidae
Chrysomelidae
Dryopidae
Dytiscidae
Elmidae
Gyrinidae
Hydraenidae
Hydrophilidae
Staphylinidae

Order: Diptera
Families: Chironomidae
Empididae
Muscidae
Simuliidae
Stratiomyidae
Syrphidae
Tabanidae

7.2. CARACTERISTICAS POBLACIONALES:

7.2.1. DISTRIBUCION EN EL TIEMPO

FEBRERO DE 1986

Febrero fue el mes más abundante tanto en el número de familias como de organismos. Se capturaron en total 1.702 ejemplares que representan el 42.45% de la colecta total, se agruparon en 43 familias de las cuales las más abundantes con respecto al número de organismos fueron: Chironomidae con 593 ejemplares que representan el 34.84% de la colecta mensual, Tricorythidae con 311 organismos hacen el 18.27%, Hydropsychidae con 191 organismos que hacen un 11.22% y finalmente la familia Isotomidae de la que se colectaron 111 ninfas que representan el 6.52% del porcentaje mensual.

Las familias con menor abundancia fueron: Heptageniidae, Aeshnidae, Nepidae, Lepidostomatidae y Gyrinidae de las que se colectó sólo un ejemplar de cada una que representa el 0.06% del porcentaje mensual. Saldidae, Linnephilidae, Carabidae, Hydraenidae, Stratiomyiidae, Libellulidae, Naucoridae y Rhyacophilidae fueron familias que únicamente se colectaron en este mes de muestreo aunque las tres últimas aparecieron también en los meses de mayo y noviembre (Tablas No. 3 y 4).

MAYO DE 1986:

Mayo fue otro de los meses en donde se logró colectar gran cantidad de insectos acuáticos, se capturaron en total 1,054 ejemplares (26.29%), los que se encuentran agrupados en 6 órdenes y 32 familias de las 49 registradas. Las familias que tuvieron mayor abundancia fueron: Chironomidae con 378 ejemplares que hacen un 35.86% del muestreo mensual, Tricorythidae con 176 organismos que representan el 16.70%, Leptophlebiidae con 146 organismos que hacen un 13.85% y Baetidae con 89 ejemplares que representan un 8.44%. Las familias con menor abundancia estuvieron representadas por: Naucoridae, Rhyacophilidae y Dytiscidae con un ejemplar cada una que hace un 0.09% de la captura mensual. Las familias que fueron

TABLA No. 3

NUMERO TOTAL DE INSECTOS ACUATICOS COLECTADOS DURANTE
LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL RIO DUERO, HICH.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	M E S				TOTAL	PORCENTAJE
			FEBRERO	MAYO	AGOSTO	NOVIEMBRE		
INSECTA	COLLEMBOLA	ISOTOMIDAE	111	-	-	-	111	2.77
		ONETIDAE	86	09	15	65	275	6.76
		CHENIDAE	-	2	-	-	2	0.05
	EPHCNEROPTERA	HEPTAGONIIDAE	1	4	11	4	20	0.49
		LEPTOPHEBIIDAE	60	146	5	35	246	6.14
		TRICORYTHIDAE	311	176	94	286	867	21.63
	ODONATA	AESHANIDAE	1	2	-	-	3	0.12
		CALOPTERYGIDAE	28	2	10	4	44	1.09
		LOENGRONIIDAE	-	11	1	0	12	0.49
		CURDULEGASTRIDAE	-	-	-	1	1	0.02
		GOMPHIDAE	5	19	5	3	32	0.79
		LIMULIIDAE	1	-	-	3	4	0.09
		BELOSTOMATIDAE	10	19	11	5	45	1.12
		CORIXIDAE	72	36	2	30	140	3.49
		GERRIDAE	-	14	1	-	15	0.37
		NAUCORIDAE	1	1	-	-	2	0.05
	HEMIPTERA	NEPIDAE	1	-	1	1	3	0.07
		NOTONECTIDAE	8	13	-	5	26	0.65
		SALIDAE	1	-	-	-	1	0.02
		VELIIDAE	14	49	36	1	100	2.49
		CORYDALIDAE	3	-	-	7	10	0.25
		CALANUCERATIDAE	2	-	-	1	3	0.07
		GLOSSOSOMATIDAE	2	7	-	9	18	0.42
		HELICOPSYCHIDAE	25	2	-	15	42	1.05
		HYDROPSYCHIDAE	191	12	27	37	267	6.66
		HYDROPTILIDAE	3	5	-	-	8	0.19
	MEGALOPTERA	LEPIDOSTOMATIDAE	1	2	-	42	45	1.12
		LEPTOCERIDAE	-	1	-	-	1	0.02
		LIMNAPHILIDAE	1	-	-	-	1	0.02
		PHILOPTERIDAE	3	-	-	-	3	0.07
		POLYCENTROPIDIDAE	13	23	1	3	40	0.99
		RHYACOPHILIDAE	1	1	-	-	2	0.05
		PYRALIDAE	2	-	1	-	3	0.07
CARABIDAE		1	-	-	-	1	0.02	
CHRYSOMELIDAE		-	-	-	1	1	0.02	
DRYOPIDAE		-	1	-	1	2	0.05	
LEPIDOPTERA	DYTISCIDAE	9	1	1	4	14	0.35	
	ELMIDAE	31	15	9	25	100	2.49	
	GYRINIDAE	1	7	-	-	8	0.2	
	HYDRENTIDAE	1	-	-	-	1	0.02	
	HYDROPHILIDAE	30	6	6	5	47	1.17	
	STAPHYLIDAE	7	4	-	-	11	0.27	
	CHIRONOMIDAE	593	370	30	322	1315	33.20	
	EMBIIDAE	3	-	-	1	4	0.09	
	MUSCIDAE	3	2	-	1	6	0.15	
	STIMULIDAE	24	-	3	52	79	1.97	
DIPTERA	STRATIOMYIDAE	1	-	-	-	1	0.02	
	SYRPHIDAE	2	-	-	-	2	0.05	
	TANNIDAE	3	4	-	2	9	0.22	
	TOTAL DE ORGS.	1702	1054	278	975	4009	100.00	
	PORCENTAJE	42.45	26.29	6.93	24.32	100.00	100.00	

TABLA No. 4

PORCENTAJE DE LA ABUNDANCIA DE INSECTOS ACUÁTICOS COLECTADOS DURANTE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL RÍO DUERO, NICH.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	FEBRERO	MAYO	AGOSTO	NOVIEMBRE
INSECTA	COLLEMBOLA	ISOETMIIDAE	6.52	-	-	-
		DAETIIDAE	5.05	0.44	5.40	6.67
		CRATIIDAE	-	0.19	-	-
	EPHEMEROPTERA	HEPTAGENIIDAE	0.06	0.38	3.96	0.41
		LEPTOPHEBIIDAE	3.53	13.85	1.60	3.59
		TRITOKRYTHIDAE	10.27	16.70	33.01	29.33
	ODONATA	ALCANTIDAE	0.06	0.19	-	0.21
		CHALOPTERYGIDAE	1.65	0.19	3.60	0.41
		COENAGIIDAE	0.47	1.04	0.36	0.82
		CORNILEGASTRIDAE	-	-	-	0.10
		GOMPHIDAE	0.29	1.00	1.80	0.31
		LIBELLULIDAE	0.06	-	-	0.31
	HEMIPTERA	BELOSTOMATIDAE	0.59	1.00	3.96	0.51
		CORIXIDAE	4.23	3.42	0.72	3.08
		GERRIDAE	-	1.33	0.36	-
		NAUCORIDAE	0.06	0.09	-	-
		NEPIDAE	0.06	-	0.36	0.10
		NOTONECTIDAE	0.47	1.23	-	0.51
		SALIDAE	0.06	-	-	-
		VELIIDAE	0.02	4.85	12.95	0.10
	MEGALOPTERA	CORYDALIDAE	0.18	-	-	0.72
CRAMBOCERATIDAE		0.12	-	-	0.10	
GLOSSOSOMATIDAE		0.12	0.66	-	-	
HELLICAPSUCHIDAE		1.47	0.19	-	1.54	
HYDROPSYCHIDAE		11.22	1.14	9.71	3.79	
HYDRAPTILIDAE		0.18	0.47	-	-	
LEPTOSTOMATIDAE		0.06	0.19	-	4.71	
LEPTOCERIDAE		-	0.09	-	-	
LEUCOPHILIDAE		0.06	-	-	-	
PHYLLOPTERIDAE		0.10	-	-	-	
LEPIDOPTERA	POLYCENTROPIDIDAE	0.76	2.18	0.36	0.31	
	RYNCOPHILIDAE	0.06	0.09	-	-	
	PYRALIDAE	0.12	-	0.36	-	
	CARPIIDAE	0.06	-	-	-	
	CHRYSOMELIDAE	-	-	-	0.10	
	DEYPIDAE	-	0.09	-	0.10	
	DYTISCIDAE	0.47	0.09	0.36	0.41	
	ELMIDAE	3.00	1.42	3.24	2.36	
	GYRIHLONE	0.06	0.66	-	0.31	
	HYDROPHILIDAE	0.06	-	-	-	
DIPTERA	HYDROPHILIDAE	2.23	0.57	2.16	0.51	
	SIPHYLINIDAE	0.41	0.30	-	-	
	CHIRONOMIDAE	34.84	35.06	13.67	33.03	
	EPHIDRIDAE	0.18	-	-	0.10	
	MUSCIDAE	0.18	0.19	-	0.10	
	STIMULIIDAE	1.41	-	1.09	5.33	
	STRATIOMYIIDAE	0.06	-	-	-	
	SYMPHIDAE	0.12	-	-	-	
	TABANIDAE	0.18	0.30	-	0.21	
		PORCENTAJE	100.00	100.00	100.00	100.00

colectadas por primera vez en este mes fueron: Leptoceridae y Drvopidae aunque esta ultima también fue capturada en noviembre (Tablas No. 3 y 4).

AGOSTO DE 1986

El muestreo que se realizó en este mes fue uno de los mas pobres en lo que se refiere a colecta de ejemplares. Se capturaron unicamente 278 insectos acuaticos que se agruparon en 20 familias y 7 órdenes. El mayor porcentaje de la colecta mensual (33.81%) lo presentó la familia Tricorythidae con 94 organismos, le siguieron las familias Chironomidae con 38 ejemplares (13.67%), Veliidae con 36 (12.95%) e Hydropsychidae con 27 que hacen un 9.71%; mientras que las familias con menor porcentaje fueron: Coenagrionidae, Nepidae, Polycentropodidae, Dytiscidae, Gerridae y Pyralidae con un ejemplar cada una que representa el 0.36% de la colecta mensual (Tablas No. 3 y 4).

NOVIEMBRE DE 1986

En el muestreo del mes de noviembre se observó un incremento en el número de insectos. Se capturaron en total 975 organismos que se agruparon en 7 órdenes y 32 familias. Entre las familias de mayor abundancia se encuentran Chironomidae con 322 organismos que representan el 33.03% de la colecta mensual, Tricorythidae con 286 que hacen un 29.33%, Baetidae con 65 ejemplares que hacen un 6.67%, Simuliidae con 52 organismos que representan el 5.33% y finalmente Lepidostomatidae con 42 que hacen un 4.31%.

Las familias en las que fue posible sólo coleccionar un ejemplar que representa un 0.10% fueron: Nepidae, Veliidae, Calamoceratidae, Dryopidae, Empididae, Muscidae, Cordulegastridae y Chrysomelidae. Las dos ultimas sólo pudieron colectarse en este mes de muestreo (Tablas No. 3 y 4).

7. 2. 2. ABUNDANCIA EN EL TIEMPO

Tomando en cuenta el porcentaje de la abundancia, se presentan a continuación las familias de insectos que aparecieron en los cuatro muestreos realizados. La familia Chironomidae se colectó con mayor abundancia en los meses de mayo, febrero y noviembre; mientras que fue en el mes de agosto en donde se registró su menor abundancia. Tricorythidae presentó su mayor abundancia en agosto y noviembre en tanto que la menor la registró en el mes de mayo. La familia Hydropsychidae se colectó con menor abundancia en el mes de mayo, mientras que fueron febrero y agosto los meses en donde presentó su mayor abundancia. La familia Baetidae registró su mayor abundancia en el mes de mayo en tanto que la menor la presentó en febrero y agosto. Leptophlebiidae y Corixidae se capturaron con mayor abundancia en los meses de mayo y febrero respectivamente, mientras que su menor abundancia la registraron en agosto. Por otro lado Elmidae y Veliidae fueron familias que presentaron su mayor abundancia en el mes de agosto registrando en noviembre y mayo respectivamente su menor abundancia. Hydrophilidae presentó en los meses de febrero y agosto su mayor abundancia en tanto que la menor la presentó en noviembre y mayo. La mayor cantidad de Belostomatidae pudo ser colectada en el mes de agosto, mientras que la menor se colectó en los meses de noviembre y febrero. Calopterygidae presentó en el mes de agosto su mayor abundancia en tanto que la menor la registró en los meses de mayo y noviembre. Polycentropodidae se capturó con mayor abundancia en el mes de mayo y con menor en los meses de noviembre y agosto. La familia Gomphidae presentó su mayor abundancia en los meses de mayo y agosto registrando la menor en febrero y noviembre. Mayo fue el mes en donde se colectó la mayor cantidad de la familia Coenagrionidae mientras que en agosto se colectó la menor cantidad. Heptageniidae se capturó con mayor abundancia en agosto y con menor en febrero. Finalmente la familia Dytiscidae fue más abundante en los meses de febrero y noviembre y menos abundante en mayo.

A continuación se presentan las familias que aparecieron únicamente en tres muestreos. Simuliidae y Lepidostomatidae fueron familias que presentaron su mayor abundancia en el mes de noviembre

en tanto que la menor la registraron en agosto y febrero respectivamente. Helicopsychidae se colectó también con mayor abundancia en el mes de noviembre y con menor en mayo. Notonectidae tuvo mayor abundancia en el mes de mayo en tanto que su menor abundancia la registró en los meses de febrero y noviembre. Girinidae y Tabanidae fueron familias que presentaron su mayor abundancia en el mes de mayo, mientras que la menor la registraron en febrero. Aunque las familias Aeshnidae, Nepidae y Muscidae pudieron colectarse también en tres muestreos sus porcentajes de abundancia fueron bajos.

Las familias Gerridae, Staphylinidae, Corydalidae, Glossosomatidae, Hydroptilidae, Libellulidae, Empididae, Calamoceratidae, Pyralidae, Naucoridae, Rhynchoptilidae, Dryopidae, Isotomidae, Philopotamidae, Caenidae, Syrphidae, Cordulegastridae, Saldidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Carabidae, Chrysomelidae, Hydraenidae y Stratiomyidae se colectaron solamente en uno o dos muestreos presentando porcentajes de abundancia muy bajos, a excepción de la familia Isotomidae que se colectó únicamente en el mes de febrero con un elevado porcentaje de abundancia (Tabla No. 4).

7.2.2. DISTRIBUCION EN EL AREA

A continuación se presentan los resultados de las colectas por estación de muestreo.

ESTACION No. 1 CARAPAN

En la estación Carapan se colectaron 525 organismos que representan el 13.10% del total colectado, se encuentran agrupados en 31 familias de las cuales las más abundantes en cuanto a número de organismos fueron: Chironomidae con 105 ejemplares, Tricorythidae con 89, Baetidae con 82, Lepidostomatidae y Corixidae con 42 y 40 organismos respectivamente. Entre las familias con menor abundancia se encontraron: Calopterygidae, Corydalidae, Calamoceratidae, Hydropsychidae, Rhyacophilidae y Stratiomyidae en las que sólo se logró coleccionar un ejemplar de cada una. Stratiomyidae, Syrphidae y Philopotamidae con 1, 2 y 3 organismos respectivamente fueron colectadas únicamente en esta estación (Tabla No. 5).

ESTACION No. 2 SANTO TOMAS

Santo Tomás fue también una estación en la que se logró capturar una gran cantidad de insectos acuáticos haciendo un total de 586 ejemplares (14.62% de la captura total). Leptophlebiidae fue una de las familias mejor representadas en cuanto a número de organismos colectando un total de 174, posteriormente le siguieron las familias: Tricorythidae con 92, Corixidae con 69 y Chironomidae con 67. Aeshnidae, Naucoridae, Rhyacophilidae, Pyralidae, Empididae, Saldidae, Limnephilidae e Hydraenidae fueron las familias menos abundantes, colectando sólo un ejemplar de cada una. Las últimas tres familias junto con Caenidae y Dryopidae con 2 ejemplares cada una fueron capturadas solamente en esta estación (Tabla No. 5).

TABLA No. 5

NUMERO TOTAL DE INSECTOS ACUATICOS COLECTADOS POR ESTACION
DE MUESTREO EN EL RIO DUERO, MICH.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES												TOTAL	PORCENTAJE		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
INSECTA	COLLEMBOLA EPHEMEROPTERA	ISOTOMIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111	-	111	2.77	
		ARETIDAE	82	41	110	1	3	1	-	-	-	1	2	-	2	289	6.36	
		CAENIDAE	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.05	
	ODONATA	HEPTAGENIIDAE	7	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	0.49	
		LEPTOPHEBIIDAE	20	174	42	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	246	6.14	
		TRICORYTHIDAE	89	92	177	1	120	324	52	-	2	-	-	-	2	867	21.63	
		RESURIDAE	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02	
		GOLDFERYIIDAE	1	4	9	1	20	2	5	-	-	2	-	-	-	44	1.09	
		COENAEONIIDAE	10	5	-	-	-	-	1	2	-	-	2	6	2	20	0.69	
		COXALEGASTRIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.02	
		GOMPHIDAE	3	11	7	1	4	-	1	-	-	1	3	1	3	32	0.79	
		HEMIPTERA	LIBELLULIDAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	3	4	0.09
			BELOSTOMATIDAE	2	15	1	1	6	2	4	-	1	3	8	-	45	1.12	
			CORIXIDAE	40	69	11	-	2	-	-	-	6	5	3	1	3	140	3.49
			SEMIPTERA	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	15	0.37
			NAUCORIDAE	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.05
			NEPIDAE	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.07
	NOTONECTIDAE		6	19	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	26	0.65	
	SALIDAE		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02	
	VELIIDAE		16	25	-	10	13	19	14	-	-	-	3	-	-	100	2.49	
	MEGALOPTERA TRICHOPTERA		CORYDALIDAE	1	-	5	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	10	0.25
		CALAMOCERATIDAE	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.07	
		GLOSSOSOMATIDAE	2	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0.22	
		HELICOPSYCHIDAE	38	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	1.05	
		HYDROPSYCHIDAE	1	5	63	-	115	80	3	-	-	-	-	-	-	267	6.66	
		HYDROPTILIDAE	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0.19	
		LEPIDOSTOMATIDAE	42	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	1.12	
		LEPTOCERIDAE	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02	
		LIMNIPHILIDAE	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02	
		PHILOPOTRIDAE	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0.07	
		POLYCENTROPODIDAE	14	13	10	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	40	0.99	
		RHYACOPHILIDAE	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.05	
		LEPIDOPTERA COLEOPTERA	PYRALIDAE	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	3	0.07
	CERAMBIIDAE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.02	
	CHRYSOMELIDAE		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02	
	DRYOPIDAE		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.05	
	DYTISCIDAE		2	3	-	-	-	-	-	1	5	-	1	2	-	14	0.35	
ELMIDAE	4		5	40	-	37	5	4	-	4	-	-	1	1	100	2.49		
GYPHIDAE	4		3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	0.27		
HYDROSCIDAE	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02		
HYDROPHILIDAE	6		2	1	-	-	-	-	-	3	4	1	24	14	57	1.37		
SIAPHYLINIDAE	-		-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	7	1	11	0.27		
DIFTERA	CHIRONOMIDAE		105	67	344	2	442	142	100	-	7	69	52	1	1531	33.200		
	EMBIIDAE		-	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4	0.09	
	MUSCIDAE	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	0.15		
	STIMULIIDAE	12	-	10	-	22	20	14	-	1	-	-	-	-	79	1.97		
	STRATIOMYIIDAE	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.02		
	SYRPHIDAE	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.05		
	TABANIDAE	2	4	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	9	0.22		
TOTAL DE ORDOS. PORCENTAJE	525	806	868	21	803	617	210	11	32	65	219	41	4009	100.00				
	13.1	14.62	21.65	0.52	20.03	15.39	5.24	0.27	0.8	2.12	5.24	1.02	100.00	100.00				

ESTACION No. 3 CHILCHOTA

En la estación Chilchota se capturó el mayor número de organismos (868 ejemplares) que representan el 21.65%. se encuentran agrupados en 25 familias de las cuales Chironomidae con 344 organismos, Tricorythidae con 177, Baetidae con 118 e Hydropsychidae con 63 fueron las más abundantes; mientras que de Belostomatidae, Lepidostomatidae, Hydrophilidae, Staphylinidae, Empididae, Leptoceridae y Chrysomelidae sólo se colectó un ejemplar de cada una. A lo largo de los cuatro muestreos realizados las dos últimas familias aparecieron únicamente en esta estación (Tabla 5).

ESTACION No. 4 ETUCUARO

En esta estación tanto el número de familias como el de organismos disminuyó considerablemente en comparación con las tres estaciones anteriores. Se colectaron a lo largo de todo el muestreo 21 organismos que se agruparon en 11 familias. Veliidae y Chironomidae con 10 y 2 ejemplares respectivamente resultaron ser las más abundantes. De las nueve familias restantes sólo se colectó un ejemplar de cada una a pesar de que Baetidae, Tricorythidae y Chironomidae habían sido abundantes en las primeras estaciones río. Naucoridae y Nepidae se colectaron solamente en las estaciones Santo Tomás y Etúcuaro (Tabla No. 5).

ESTACION No. 5 LAS ADJUNTAS

En la estación Las Adjuntas se incrementó nuevamente tanto el número de organismos como el de familias colectando en total de 803 ejemplares. Las familias con menor abundancia fueron: Corydalidae, Pyralidae y Empididae con un ejemplar cada una; mientras que Chironomidae con 442 organismos, Tricorythidae con 128, Hydropsychidae con 115 y Elmidae con 37 fueron las familias más abundantes (Tabla No. 5).

ESTACION No. 6 EL PLATANAL

Las familias que presentaron mayor abundancia en esta estacion fueron nuevamente Tricorythidae con 324 organismos, Chironomidae con 142 e Hydropsychidae con 80. Las que registraron la minima abundancia fueron: Baetidae y Coenagrionidae con un organismo cada una. De la familia Gerridae se colectaron 15 organismos, 14 de los cuales aparecieron en la estacion El Platanal y uno en Las Limas (Tabla No. 5).

ESTACION No. 7 LAS LIMAS

A partir de esta estacion y hasta Briseñas que corresponde a la ultima estacion de muestreo el número de insectos acuáticos comenzo a disminuir. En Las Limas se colectaron 210 ejemplares que representan el 5.24% del total. Chironomidae con 100 organismos, Tricorythidae con 52 y Veliidae y Simuliidae con 14 ejemplares cada una fueron las familias que registraron mayor abundancia. Gomphidae, Gerridae, Pyralidae, Empididae y Muscidae con un ejemplar cada una se registraron entre las familias de menor abundancia. Muscidae se colectó unicamente en las estaciones Carapan en la que se capturaron 5 ejemplares y en Las Limas (Tabla No. 5).

ESTACION No. 8 ARIO DE RAYON

Durante los cuatro muestreos realizados se colectaron unicamente 11 ejemplares, siendo así Ario de Rayón la estacion mas pobre en lo que se refiere a número de organismos. Seis de los 11 ejemplares capturados se agruparon dentro de la familia Corixidae, en tanto que los cinco restantes se repartieron entre las familias Notonectidae y Dytiscidae con un organismo cada una e Hydrophilidae con 3 (Tabla No. 5).

ESTACION No. 9 LA ESTANZUELA

En la estación La Estanzuela también se colectaron pocos organismos, perteneciendo la mayoría de ellos nuevamente a la familia Chironomidae como se había venido observando en las primeras estaciones del río. En orden de abundancia le siguieron las familias: Corixidae, Dytiscidae, Elmidae e Hydrophilidae. Finalmente en Baetidae, Staphylinidae y Simuliidae solo se capturó un ejemplar de cada una por lo que fueron las familias que registraron menor abundancia. En esta estación se colectaron en total 32 organismos que se agruparon en 10 de las 49 familias registradas (Tabla No. 5).

ESTACION No. 10 CAMUCUATO

En esta estación se registró un ligero incremento en la abundancia de insectos acuáticos, colectándose en total 85 ejemplares. La familia que presentó mayor abundancia fue Chironomidae con 69 organismos, las nueve familias restantes entre las que destacan: Corixidae y Vellidae con 3 organismos, Baetidae, Calopterygidae, Coenagrionidae con 2 organismos cada una, y Gomphidae, Belostomatidae, Hydrophilidae y Carabidae con solo un ejemplar cada una constituyen las familias de menor abundancia. La última familia sólo se capturó en esta localidad (Tabla No. 5).

ESTACION No. 11 EL CAPULIN

En El Capulín se capturaron 210 ejemplares siendo Isotomidae la familia que registró mayor abundancia con 111 organismos, fue además en esta localidad en la única en que pudo ser capturada. Posteriormente le siguieron las familias Chironomidae con 52 e Hydrophilidae con 24. Corixidae, Dytiscidae, Cordulegastridae y Libellulidae fueron las familias que tuvieron menor número de organismos. A lo largo de los muestreos realizados Cordulegastridae apareció por primera vez en esta localidad (Tabla No. 5).

ESTACION No. 12 BRISEÑAS

En la estación Briseñas que corresponde a la última localidad de muestreo se colectaron 41 organismos agrupados en 13 familias, Hydrophilidae y Belostomatidae con 14 y 8 ejemplares respectivamente fueron de las familias más abundantes. Aeshnidae, Gomphidae, Elmidae, Staphylinidae y Chironomidae fueron las de menor abundancia. La familia Libellulidae se colectó únicamente en las estaciones El Capulín (1 organismo) y Briseñas (3 organismos) (Tabla No. 5).

7.2.4. ABUNDANCIA EN EL AREA

De acuerdo al porcentaje de la abundancia por estaciones de muestreo las familias Belostomatidae y Chironomidae se capturaron en 11 localidades, la primera registró su mayor abundancia en las estaciones: 12 con 19.51% y 9 con 6.25%, mientras que su menor abundancia la presentó en las estaciones: 3 con 0.12% y 6 con 0.32%. La familia Chironomidae se presentó con mayor abundancia en las estaciones: 10 con 81.18%, 5 con 55.04% y 7 con 47.62%, en tanto que su mínimo porcentaje lo registró en las estaciones 12 y 4 con 2.44% y 9.52% respectivamente. Baetidae se capturó en 10 localidades colectando su mayor abundancia en las estaciones Carapan y Chilchota con 15.62% y 13.59%, la menor abundancia de esta familia se registró en las estaciones El Platanal y Las Adjuntas con 0.16% y 0.37%. Las familias Tricorythidae, Gomphidae y Corixidae se colectaron en 9 localidades. Tricorythidae presentó su mayor abundancia en El Platanal con 52.51% y la menor en Etúcuaro y Briseñas con 4.76% y 4.88% respectivamente. La familia Gomphidae registró su mayor porcentaje de abundancia en la estación 4 con 4.76% y el menor en las estaciones 7 con 0.48% y 5 con 0.50%. La familia Corixidae en cambio, presentó mayor abundancia en Ario de Rayón con 54.55% disminuyendo considerablemente en Las Adjuntas y en El Capulín con 0.25% y con 0.48% respectivamente. Calopterygidae, Elmidae e Hydrophilidae fueron familias que se capturaron en 8 estaciones de muestreo. Calopterygidae registró su mayor porcentaje de abundancia en Etúcuaro con 4.76% en tanto que Elmidae lo presentó en La Estanzuela con 12.50%, ambas familias registraron su menor porcentaje en las estaciones Carapan y El Platanal con 0.19% y 0.32%, y con 0.76% y 0.81% respectivamente. La familia Hydrophilidae presentó su mayor abundancia en las estaciones: 12 con 34.15% y 8 con 27.27%, mientras que la mínima se presentó en las estaciones: 3 con 0.12% y 2 con 0.34%. Finalmente las familias Vellidae y Coenagrionidae se capturaron únicamente en 7 localidades presentando la primera de ellas en la estación Etúcuaro su mayor porcentaje (47.62%), mientras que la familia Coenagrionidae lo registró en la estación Briseñas con 4.88%. El mínimo porcentaje de abundancia que presentaron estas familias se

registró en Las Adjuntas y El Pitalanal con 1.62% y 0.16% respectivamente.

Las familias restantes presentaron porcentajes de abundancia muy bajos, 8 de ellas tuvieron una distribución parcial mientras que las 30 restantes se encontraron localmente distribuidas (Tabla No. 6, Fig. 1).

1.2.5. FAMILIAS DE INSECTOS ACUATICOS QUE PRESENTARON MAYOR DISTRIBUCION

Los intervalos de los parámetros fisico-químicos en los que aparecieron las familias de insectos acuáticos con mayor distribución se muestran en las Tablas No. 7a, 7b y 7c.

FAMILIA CHIRONOMIDAE

MATERIAL COLECTADO: Los organismos pertenecientes al orden Diptera son holometabolos, es decir, presentan metamorfosis completa. Chironomidae perteneciente a este orden fue la familia más abundante de todos los insectos acuáticos colectados. Se capturaron en total 1,331 ejemplares que representan el 33.20% (Tabla No. 3).

En este orden los estados inmaduros son estrictamente acuáticos, lo que implica que durante los muestreos realizados sólo pudieron colectarse larvas y pupas que aparecieron en los cuatro meses de colecta siendo febrero, mayo y noviembre con 593, 378 y 322 organismos respectivamente los de mayor abundancia. En cuanto a su distribución en el espacio, éstas aparecieron en todas las estaciones de muestreo excepto en Ario de Rayón; fue en las estaciones Las Adjuntas, Chilchota, El Platanal, Carapan y Las Limas en donde se logró colectar el mayor número de estos ejemplares (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Roback (1974) menciona que la identificación a nivel genérico y específico de la familia Chironomidae resulta bastante difícil y complicada aunque Pennak (1978) reporta que se han descrito alrededor de 4,000 especies siendo *Calopsectra* y *Chironomus* los géneros más abundantes.

A continuación se presentan algunas especies de *Calopsectra* y *Chironomus* reportadas por Hart y Fuller (1974) que toleran parámetros químicos extremos.

Chironomus attenuatus:

pH < 4.5
Alcalinidad > 210 ppm
Oxígeno disuelto < 4 ppm
DBO > 5.9 ppm

TABLA No. 7a

INTERVALOS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS EN LOS QUE APARECIERON
LAS FAMILIAS DE INSECTOS ACUATICOS CON MAYOR DISTRIBUCION

FAMILIA	TEMPERATURA DEL AGUA (°C)					OXIGENO DISUELTUO (mg/l)				
	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	I.C.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	I.C.
CHIRONOMIDAE	17.00	20.25	25.35	2.20	1.30	3.11	6.23	7.69	1.42	0.84
BELDSTOMATIDAE	17.00	20.25	25.35	2.20	1.30	3.11	6.25	7.69	1.42	0.84
BAETIDAE	17.00	19.94	23.15	2.07	1.28	3.11	6.28	7.69	1.48	0.92
TRICORYTHIDAE	17.00	19.58	22.75	1.87	1.22	3.11	6.47	7.69	1.43	0.94
CUPIDIDAE	17.00	20.39	25.35	2.41	1.58	2.54	5.55	7.69	1.79	1.17
GAMPHIDAE	17.00	20.10	25.35	2.25	1.47	4.55	6.44	7.69	1.08	0.70
EULIIDAE	17.00	19.44	22.75	1.93	1.34	3.11	6.40	7.69	1.50	1.04
HYDROPHILIDAE	17.00	20.75	25.35	2.32	1.61	2.54	5.57	7.69	1.84	1.27
CHALOPTERYGIDAE	17.00	19.46	25.15	2.00	1.39	4.55	6.89	7.69	0.92	0.64
VELIIDAE	17.00	19.35	23.15	2.12	1.57	4.55	6.00	7.69	0.98	0.72
COENAGRIONIDAE	17.00	19.45	23.15	2.26	1.69	4.55	6.75	7.69	1.15	0.85
HYDROPSYCHIDAE	17.00	18.63	20.68	1.46	1.17	6.74	7.21	7.69	0.35	0.28
SIMULIIDAE	17.00	18.91	20.68	1.45	1.15	6.74	7.11	7.47	0.30	0.24
DITISCIDAE	17.00	20.44	25.35	2.47	1.98	2.54	5.20	7.69	1.94	1.55
LEPTOPHEBIIDAE	17.00	18.22	20.25	1.24	1.09	6.78	7.30	7.69	0.30	0.26
STAPHYLINIDAE	20.23	21.60	25.35	1.20	1.06	3.11	5.58	7.26	1.54	0.69
CORYDALIDAE	17.00	18.92	20.75	1.45	1.28	6.78	7.18	7.47	0.24	0.21
PALYCENTROPODIDAE	17.00	18.00	20.25	1.30	1.27	6.78	7.26	7.69	0.32	0.32
EMBIIDAE	17.25	18.92	20.68	1.54	1.51	6.74	7.12	7.69	0.39	0.38

MIN. MINIMO
 PRO. PROMEDIO
 MAX. MAXIMO
 D.E. DESVIACION ESTANDAR
 I.C. INTERVALO DE CONFIANZA

CONTINUA

TABLA No. 7b

INTERVALOS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS EN LOS QUE APARECIERON
LAS FAMILIAS DE INSECTOS ACURTICOS CON MAYOR DISTRIBUCION

FAMILIA	SATURACION DE OXIGENO (%)					pH				
	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	I.C.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	I.C.
CHIRONOMIDAE	43.94	84.40	102.37	18.44	10.90	7.28	7.43	7.68	0.12	0.07
BELOSTOMATIDAE	43.94	84.40	102.37	18.44	10.90	7.28	7.43	7.68	0.12	0.07
BHETIDAE	43.94	84.90	102.37	19.27	11.94	7.28	7.41	7.64	0.10	0.06
TRICORYTHIDAE	43.94	87.26	102.37	18.90	12.35	7.28	7.41	7.65	0.11	0.07
CORIXIDAE	34.78	75.04	102.37	23.51	15.34	7.30	7.47	7.68	0.12	0.08
GOMPHIDAE	63.69	87.23	102.37	14.17	9.26	7.30	7.43	7.68	0.10	0.07
ELMIDAE	43.94	85.96	102.37	19.66	13.62	7.28	7.41	7.65	0.11	0.08
HYDROPHILIDAE	34.78	73.42	102.37	24.45	16.94	7.30	7.49	7.68	0.11	0.07
CALOPTERYGIDAE	63.69	92.63	102.37	11.85	8.21	7.28	7.38	7.50	0.07	0.05
VELIDAE	63.69	91.67	102.37	12.30	9.17	7.28	7.37	7.50	0.07	0.05
COENAGRIONIDAE	63.69	91.22	102.37	14.31	10.60	7.28	7.39	7.50	0.07	0.05
HYDROPSYCHIDAE	88.01	96.62	102.37	5.26	4.21	7.28	7.37	7.50	0.08	0.06
SIMULIIDAE	88.01	95.47	99.79	5.03	4.02	7.28	7.35	7.43	0.05	0.04
DYTISIDAE	34.78	70.72	102.37	26.74	20.60	7.38	7.51	7.68	0.12	0.09
LEPTOMBLEIIDAE	88.01	97.78	102.37	5.01	4.39	7.28	7.38	7.50	0.08	0.07
STAPHYLINIDAE	43.94	76.86	99.30	20.92	18.34	7.36	7.50	7.68	0.13	0.12
CURCULIONIDAE	88.01	96.83	99.79	4.47	3.92	7.28	7.35	7.43	0.05	0.05
POLYCENTROPIDAE	88.01	97.37	102.37	5.53	5.12	7.30	7.40	7.50	0.07	0.07
EMBIIDAE	88.01	95.12	102.37	5.90	5.70	7.30	7.40	7.50	0.08	0.07

MIN. MINIMO
 PRO. PROMEDIO
 MAX. MAXIMO
 D.E. DESVIACION ESTANDAR
 I.C. INTERVALO DE CONFIANZA

CONTINUA

TABLA No. 7c

INTERVALOS DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS EN LOS QUE APARECIERON
LAS FAMILIAS DE INSECTOS ACUATICOS CON MAYOR DISTRIBUCION

FAMILIA	ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)					DUREZA TOTAL (mg/l)				
	MIN.	PRD.	MAX.	D.E.	I.C.	MIN.	PRD.	MAX.	D.E.	I.C.
CHIRONOMIDAE	70.99	97.59	136.98	10.46	10.91	57.26	71.60	104.55	15.73	9.29
BELOSTOMATIDAE	70.99	97.59	136.98	10.46	10.91	57.26	71.60	104.55	15.73	9.29
DIETIDAE	70.99	95.90	136.98	10.64	11.49	57.26	70.15	104.55	15.70	9.78
TRICORYTHIDAE	70.99	93.62	136.98	10.16	11.06	57.26	67.97	104.55	15.14	9.09
CURIXIDAE	70.99	101.35	136.98	10.06	12.32	57.69	75.07	104.55	15.47	10.10
GOMPHIDAE	70.99	97.27	136.98	19.27	12.59	57.26	71.92	104.55	16.50	10.70
ELMIDAE	70.99	94.50	136.98	19.00	15.22	57.69	69.31	104.55	15.54	10.77
HYDROPHILIDAE	70.99	102.35	136.98	19.70	13.71	57.69	77.16	104.55	15.16	10.51
CHLOPTERYGIDAE	70.99	80.61	116.44	11.31	7.04	57.26	64.31	89.76	10.50	7.28
VELIIDAE	70.99	89.00	116.44	11.61	8.60	57.26	65.25	89.76	10.90	8.08
CHAENAGRIONIDAE	70.99	89.73	116.44	13.57	10.05	57.69	60.24	89.76	11.63	8.62
HYDROPSYCHIDAE	70.99	84.50	93.38	4.71	3.77	57.69	61.25	70.89	4.63	3.71
STIMULIIDAE	70.99	84.67	93.38	5.09	4.07	57.69	69.52	67.67	1.86	1.49
DIPTEROPHYLIDAE	70.99	103.68	136.98	20.14	16.11	62.67	76.31	104.55	14.60	11.75
VELIOTIDAE	70.99	83.99	93.38	5.10	4.47	57.69	61.50	70.89	5.04	4.42
LEPTOPHELEBIIDAE	80.25	106.29	136.98	20.60	10.06	57.26	77.60	104.55	10.06	15.03
STRYMONIDAE	70.99	84.01	93.38	5.12	4.49	57.26	50.70	62.67	1.93	1.74
PALYCENTROPODIDAE	70.99	83.70	93.38	5.68	5.57	57.69	62.41	70.89	5.26	5.15
EMPHIDAE	80.25	85.50	93.38	4.97	4.07	57.69	61.73	70.89	5.33	5.25

MIN. MINIMO
PRD. PROMEDIO
MAX. MAXIMO
D.E. DESVIACION ESTANDAR
I.C. INTERVALO DE CONFIANZA

Chironomus riparius:

Oxígeno disuelto < 4 ppm
Dureza total > 300 ppm
DBO > 5.9 ppm

Calopsectra guaria:

Alcalinidad > 210 ppm
Oxígeno disuelto < 4 ppm
Dureza total > 300 ppm

FAMILIA BELOSTOMATIDAE

MATERIAL COLECTADO: En los muestreos realizados durante 1986 se colectaron entre ninfas y adultos un total de 45 organismos pertenecientes a la familia Belostomatidae (orden Hemiptera). Aunque aparecieron en los cuatro muestreos, su mayor abundancia se registró en los meses de mayo, agosto y febrero con 19, 11 y 10 organismos respectivamente y en las estaciones Santo Tomás, Las Adjuntas y Briseñas. En la estación Ario de Rayón no se capturó ningún ejemplar (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Hemiptera es el único orden dentro de los hemimetábolos (metamorfosis incompleta) en donde tanto el adulto como sus estadios ninfales están adaptados a vivir en el agua. Hart y Fuller (1974) señalan que incluso pueden llegar a ocupar los mismos hábitats los que se restringen principalmente a las orillas de los estanques, lagos, lagunas pequeñas y ríos en donde pasan la mayor parte de su tiempo en el fondo.

Según reportes de Lehmkuhl (1979) los organismos pertenecientes a la familia Belostomatidae son de los insectos acuáticos más grandes, excediendo algunas veces los 5 cm en longitud y los 2 cm de ancho. Pennak (1978) menciona que la mayoría de las especies de esta familia son tropicales y subtropicales, sin embargo, McCafferty (1981) reporta para Norte América 2 subfamilias, 4 géneros y 20 spp.

Edmonson (1959) señala que *Benacus* (Stal) y *Lethocerus* (Mayr) son de los belostomátidos más grandes, mientras que los géneros *Belostoma* (Latreille) y *Abodus* (Stal) se encuentran entre las especies más pequeñas.

FAMILIA BAETIDAE

MATERIAL COLECTADO: Los organismos de la familia Baetidae (orden Ephemeroptera) presentan metamorfosis incompleta. Por ser sus estados inmaduros estrictamente acuáticos y el estado adulto completamente terrestre pudieron colectarse 255 ninfas que representan el 6.36% del total; éstas aparecieron en todas las estaciones de muestreo excepto en Arío de Rayón y El Capulín. Su mayor abundancia se registró en los meses de febrero y mayo y en las estaciones: Chilchota, Carapan y Santo Tomás con 118, 82 y 41 ninfas respectivamente, en las otras siete localidades se colectaron en total 14 ejemplares (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Para Norte América Lehmkuhl (1979) reporta para esta familia los siguientes géneros: *Apobaetis*, *Baetodes*, *Centroptilum*, *Cloeon*, *Dactylobaetis*, *Neocloeon*, *Paracloeodes*, *Pseudocloeon*, *Callibaetis* (común en los estanques y en los charcos) y *Baetis* (efemeróptero habitante principalmente de ríos). El mismo autor señala que en algunos géneros resulta bastante difícil la identificación a nivel específico.

FAMILIA TRICORYTHIDAE

MATERIAL COLECTADO: De la familia Tricorythidae perteneciente al orden Ephemeroptera se colectaron 867 ninfas (21.63%). Su mayor abundancia se presentó en los meses de febrero y noviembre con 311 y 286 ninfas respectivamente, mientras que fue en las primeras siete estaciones del río (Carapan-Las Limas) en donde se incrementó el número de estos organismos, a excepción de la estación No. 4 (Etúcuaro) en donde sólo se colectó una ninfa en el mes de febrero (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Lehmkuhl (1979) reporta que la familia Tricorythidae se encuentra representada únicamente por dos géneros: *Tricorythodes* con alrededor de 12 spp y *Leptohyphes* que ha sido colectado principalmente en América del Sur y México.

FAMILIA CORIXIDAE

MATERIAL COLECTADO: De las colectas realizadas, Corixidae con 140 organismos (ninfas y adultos) fue la familia más abundante del orden Hemiptera, le siguieron las familias Veliidae y Belostomatidae con 100 y 45 ejemplares respectivamente. Corixidae se colectó en casi todas las estaciones de muestreo excepto en Etúcuaro, El Platanal y Las Limas aunque fue en las primeras tres localidades del río (Carapan-Chilchota) y en los meses de febrero, mayo y noviembre en donde se registro el mayor número de estos organismos (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Según Pennak (1978) los organismos que se incluyen dentro de la familia Corixidae son los más comunes de todos los hemipteros acuáticos, para Norte América menciona que existen alrededor de 20 géneros y 130 spp perteneciendo 50 al género *Sigara* y 20 a *Hesperocorixa*. Edmonson (1959) reporta para el sudoeste de Estados Unidos y México los géneros *Graptocorixa*, *Neocorixa* (Hungerford), *Pseudocorixa*, *Morphocorixa* (Jaczewski) y *Centrocorixa* y para México exclusivamente los géneros: *Krizousacorixa* (Hungerford), *Trichocorixella* (Jaczewski) y *Tenegobia* (Bergroth).

FAMILIA GOMPHIDAE

MATERIAL COLECTADO: En los muestreos realizados pudieron colectarse 32 ninfas de la familia Gomphidae que se incluye dentro del orden Odonata. Las ninfas de esta familia aparecieron en los cuatro meses de colecta, pero fue en el mes de mayo con 19 organismos y en las localidades de Santo Tomás y Chilchota con 11 y 7 ejemplares respectivamente en donde se registro la mayor abundancia (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: McCafferty (1981) menciona que la familia Gomphidae se encuentra representada en Norte América por aproximadamente 15 géneros y cerca de 80 especies. La clasifica como una familia moderadamente grande y ampliamente distribuida. Sus estados inmaduros son estrictamente acuáticos mientras que el estado adulto es completamente terrestre.

FAMILIA ELMIDAE

MATERIAL COLECTADO: En los cuatro muestreos que se realizaron Elmidae e Hydrophilidae fueron las familias de coleópteros más abundantes. De la familia Elmidae entre larvas y adultos se capturaron 100 organismos que hacen un 2.49% del total. Su mayor abundancia la presentó en los meses de febrero (51 ejemplares) y noviembre (25 ejemplares) y en las estaciones Chilchota y Las Adjuntas con 40 y 37 organismos respectivamente (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: En el orden Coleoptera tanto las larvas como los adultos están adaptados a vivir en el agua, excepto los adultos de los géneros *Lara* y *Phanocerus* (pertenecientes a la familia Elmidae) que pueden ser encontrados en el agua sólo para ovopositar o de forma accidental. Lehmkuhl (1979) reporta para Norte América alrededor de 24 géneros y cerca de 100 spp para esta familia, el mismo autor la clasifica como una familia común y ampliamente distribuida. Edmonson (1959) señala que *Optioservus* es probablemente el género más ampliamente distribuido de todos los élmidos, restringiéndose principalmente a ríos. Se cree que sea la familia de coleópteros más grande en cuanto a número de especies se refiere.

FAMILIA HYDROPHILIDAE

MATERIAL COLECTADO: Durante los muestreos realizados se colectaron 55 adultos pertenecientes a la familia Hydrophilidae presentando su mayor abundancia en El Capulín y Briseñas con 24 y 14 adultos respectivamente. Fue en el mes de febrero en donde se capturaron 38 de los 55 ejemplares reportados para esta familia por lo que fue el mes de mayor abundancia (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Lehmkuhl (1979) indica que un pequeño grupo de la familia Hydrophilidae es terrestre, pero que la mayoría son acuáticos. Para esta familia Pennak (1978) reporta para Norte América 23 géneros y más de 170 especies. Los géneros *Hydrophilus*, *Hydrochara*, *Tropisternus*, *Berosus*, *Helophorus* e *Hydrochus* se destacan por su gran tamaño, abundancia y amplia distribución.

FAMILIA CALOPTERYGIDAE

MATERIAL COLECTADO: Calopterygidae fue la familia mejor representada dentro del orden Odonata colectando en total 44 ninfas (1.09%). Fueron en los meses de febrero y agosto, y en las estaciones Las Adjuntas y Chilchota en donde se colectó la mayor cantidad de estos organismos (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: McCafferty (1981) señala que se trata de una familia pequeña, reporta para Norte América 2 generos: *Agrion* y *Hetaerina* este ultimo con alrededor de 8 spp. Lehmkuhl (1979) menciona que estos dos generos ocupan casi los mismos habitats.

FAMILIA VELIIDAE

MATERIAL COLECTADO: De los hemipteros colectados Velidae fue la segunda familia que presentó mayor abundancia, entre ninfas y adultos se colectaron 100 organismos que representan el 2.49% del total. Aunque aparecieron en los cuatro meses de colecta fueron mayo y agosto los meses en donde se registró la mayor abundancia. Con respecto a su distribución en el espacio estos organismos se capturaron en las primeras siete localidades de muestreo, excepto en Chilchota en donde no se colectó ningún ejemplar. Las estaciones en donde se reportó mayor cantidad de organismos fueron Santo Tomás, El Platanal y Carapan con 25, 19 y 16 ejemplares respectivamente (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Pennak (1978) menciona que los organismos pertenecientes a la familia Velidae se encuentran ampliamente distribuidos habitando principalmente en la superficie del agua y sobre la vegetación flotante, no obstante, el mismo autor señala que algunas especies pueden zambullirse y nadar fácilmente.

Lehmkuhl (1979) menciona que en Norte América se han descrito 5 géneros y alrededor de 50 especies y Pennak (1978) reporta los géneros *Velia*, *Rhagovelia* (con aproximadamente 10 spp cada uno) y *Microvelia* como los mas abundantes y ampliamente distribuidos, señala además que el género *Macrovelia* se encuentra representado por una sola especie *M. hornii* (Uhler).

FAMILIA COENAGRIONIDAE

MATERIAL COLECTADO: Coenagrionidae fue una de las familias que también presentó gran abundancia dentro del orden Odonata, se capturaron en total 28 ninfas que se repartieron en las siguientes estaciones: 1, 2, 6, 7, 10, 11 y 12 siendo las localidades de Carapan, Santo Tomás y El Capulín las que registraron mayor abundancia. Con respecto a su distribución en el tiempo fueron mayo (con 11 ninfas) y febrero y noviembre (con 8 ninfas cada uno) los meses en donde se reportó la mayor cantidad de coenagrionidos (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: McCafferty (1981) reporta alrededor de 15 géneros y cerca de 90 spp para la familia Coenagrionidae y señala que se trata de organismos con una amplia distribución.

FAMILIA HYDROPSYCHIDAE

MATERIAL COLECTADO: En los muestreos realizados Hydropsychidae fue la familia mejor representada dentro del orden Trichoptera, se colectaron en total 267 larvas que se distribuyeron en seis de las doce estaciones muestreadas. Las Adjuntas, El Platanal y Chilchota fueron las estaciones que presentaron durante el mes de febrero la mayor abundancia (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Lehmkuhl (1979) señala que la familia Hydropsychidae se encuentra ampliamente distribuida y reporta para Norte América 11 géneros y alrededor de 145 spp, siendo *Hydropsyche* el género más representativo.

FAMILIA SIMULIIDAE

MATERIAL COLECTADO: Los estados inmaduros de la familia Simuliidae son estrictamente acuáticos por lo que durante los muestreos realizados se colectaron entre larvas y pupas un total de 79 organismos. Los ejemplares de esta familia se colectaron en los meses de febrero, agosto y noviembre aunque fue éste último con 52 organismos el que presentó mayor abundancia. En cuanto a su distribución en el espacio los simúlidos aparecieron en las estaciones: 1, 3, 7, 9, 5 y 6 siendo las dos últimas las de mayor

colecta (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Aunque la clasificación genérica de la familia Simuliidae es incierta, Pennak (1978) señala que en Norte América se reconocen 5 géneros y alrededor de 90 especies entre las que se incluyen 50 spp de *Simulium*, 21 spp de *Prosimulium*, *Cnephia* con 12 spp, *Twinia* con 2 spp y *Parasimulium* con una sola especie.

FAMILIA DYTISCIDAE

MATERIAL COLECTADO: Fueron en los meses de febrero y noviembre en donde se capturaron 12 de los 14 organismos reportados para la familia Dytiscidae (orden Coleoptera), por lo que representaron los meses de mayor abundancia. Aunque los adultos y las larvas de esta familia aparecieron en seis de las doce estaciones de muestreo fueron en las estaciones La Estanzuela (con 5 ejemplares) y Santo Tomás (con 3 ejemplares) en donde se colectó mayor cantidad de ditiscidos (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Lehmkuhl (1979) menciona que Dytiscidae e Hydrophilidae forman dos de las más grandes familias de coleopteros acuáticos y señala que se trata de familias con una amplia distribución. Margalef (1983) reporta que *Laccophilus*, *Neptosternus*, *Agabus*, *Platambus*, *Meladema* y *Dytiscus* son de los géneros de la familia Dytiscidae que con más frecuencia se citan.

FAMILIA LEPTOPHLEBIIDAE

MATERIAL COLECTADO: Leptophlebiidae familia perteneciente al orden Ephemeroptera registró su mayor abundancia en los meses de mayo y febrero con 146 y 60 ninfas respectivamente, mientras que fueron en las estaciones de Santo Tomás y Chilchota en donde se colectó la mayor cantidad de estos ejemplares, en total se capturaron 246 ninfas que hacen un 6.14% del total (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Lehmkuhl (1979) reporta que ésta es una familia común y ampliamente distribuida, representada por cerca de 6 géneros y alrededor de 60 spp.

FAMILIA STAPHYLINIDAE

MATERIAL COLECTADO: Fue en el mes de febrero y en la estación El Capulín en donde se capturaron 7 de los 11 adultos reportados para la familia Staphylinidae (orden Coleoptera) siendo por lo tanto el mes y la estación con mayor abundancia. Los cuatro adultos restantes se repartieron en las estaciones: Chilchota, Etúcuaro, La Estanzuela y Briseñas con un organismo cada una. En los meses de agosto y noviembre no se logró coleccionar ningún ejemplar (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Usinger (1956) señala que Staphylinidae es una familia formada por alrededor de 20.000 especies descritas.

FAMILIA CORYDALIDAE

MATERIAL COLECTADO: Corydalidae fue la única familia representante del orden Megaloptera, coleccionándose en total 10 larvas que representan el 0.25%. Fueron en las seis primeras estaciones del río, excepto en Santo Tomás en donde se coleccionaron larvas pertenecientes a esta familia. En el mes de noviembre y en la estación de Chilchota con 7 y 5 organismos respectivamente, se registró la mayor abundancia de estos ejemplares. En los meses de mayo y agosto no se coleccionó ningún ejemplar (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Usinger (1956) menciona que los organismos pertenecientes a la familia Corydalidae pueden encontrarse tanto en regiones templadas como en tropicales, reporta a *Corydalis* como uno de los géneros que presenta características morfológicas más avanzadas. Lehmkuhl (1979) cita para esta familia cerca de 12 géneros y 20 especies.

FAMILIA POLYCENTROPODIDAE

MATERIAL COLECTADO: En los muestreos realizados se capturaron 40 larvas de la familia Polycentropodidae (orden Trichoptera) que se repartieron en cuatro de las doce estaciones muestreadas. Carapan con 14 larvas, Santo Tomás con 13 y Chilchota con 10 fueron las estaciones en donde se reportó la mayor abundancia. En cuanto a su distribución en el tiempo se observó que fueron los meses de mayo y

febrero con 23 y 13 larvas respectivamente en donde se presentó el mayor número de estos organismos (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Pennak (1978) reporta que las larvas de la familia Polycentropodidae son acuáticas mientras que el estado adulto es principalmente terrestre.

FAMILIA EMPIDIDAE

MATERIAL COLECTADO: La familia Empididae se incluye dentro del orden Diptera por lo que son organismos holometábolos (metamorfosis completa). De esta familia se colectaron solamente 4 larvas, tres de las cuales se capturaron en el mes de febrero por lo que resultó ser el mes de mayor abundancia. En cuanto a su distribución en el espacio éstas aparecieron en Santo Tomás, Chilchota, Las Adjuntas y Las Limas con un organismo cada una. En los meses de mayo y agosto no se logró capturar ningún ejemplar (Tablas No. 3 y 5).

OBSERVACIONES: Para la familia Empididae Lehmkuhl (1979) reporta que muchas especies son terrestres, pero que alrededor de 24 géneros agrupados en dos subfamilias son estrictamente acuáticos.

7. 2. 3. INDICE DE DIVERSIDAD, EQUITATIVIDAD Y RIQUEZA.

En el área de estudio los máximos valores de diversidad (H') se presentaron en las estaciones: La Estanzuela con 3.035, Carapan con 2.967, Santo Tomás y Briseñas con 2.94 y 2.775 respectivamente, en tanto que los valores reducidos de diversidad se observaron en las localidades de Camucuat y Ario de Rayón en donde se registraron valores de 1.19 y 1.295 (Tabla No. 8, Fig. 2).

Por otra parte, la riqueza en el espacio también presentó marcadas fluctuaciones. Los valores más altos para este parámetro se observaron en las primeras siete estaciones del río excepto en Etúcuaro, en donde se registró una disminución drástica de la riqueza (0.975). Los mínimos valores correspondieron a las últimas localidades de muestreo, aunque la riqueza disminuyó principalmente en la estación No. 8 (Ario de Rayón) ya que en La Estanzuela y Briseñas se incrementó ligeramente (Tabla No. 8, Fig. 2).

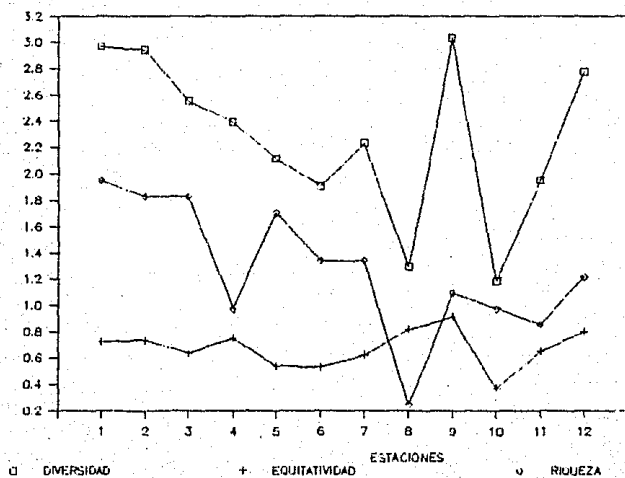
Finalmente, el comportamiento espacial de los valores de equitatividad fue como sigue: el valor más bajo se registró en Camucuat (0.375), mientras que valores más altos se presentaron en las localidades: La Estanzuela (0.914), Ario de Rayón (0.817) y Briseñas (0.802) (Tabla No. 8, Fig. 2).

TABLA No. 8

VALORES DE DIVERSIDAD, EQUITATIVIDAD Y RIQUEZA POR ESTACION DE MUESTREO EN EL RIO DUERO, MICH.

No. DE ESTACION	LOCALIDAD	No. TOTAL DE ORGS.	DIVERSIDAD (H')	EQUITATIVIDAD (J')	RIQUEZA (U)
1	CARAPAN	400	2.967	0.726	1.949
2	SANTO TOMAS	532	2.940	0.735	1.828
3	CHILCHOTA	810	2.556	0.639	1.828
4	ETUCUARO	19	2.394	0.755	0.975
5	LAS ADJUNTAS	802	2.117	0.542	1.706
6	EL PLATANAL	605	1.907	0.532	1.340
7	LAS LIMAS	204	2.232	0.623	1.340
8	ARIO DE RAYO	10	1.295	0.817	0.244
9	LA ESTANZUELA	32	3.035	0.914	1.097
10	CAMUCUATO	84	1.190	0.375	0.975
11	EL CAPULIN	97	1.949	0.650	0.053
12	BRISENAS	37	2.775	0.802	1.218

FIG. 2. PARAMETROS ECOLOGICOS



ANALISIS DE CUMULOS

Tomando el valor de 10 como la mayor distancia euclidea se observa en el dendograma de la Fig. 3a la formación de dos grandes grupos. En el primer grupo (de izquierda a derecha) se asocian la dureza y la alcalinidad total mientras que en el segundo se aprecian dos subgrupos y un parámetro aislado, la temperatura del agua. Cabe mencionar que en los dos subgrupos formados en donde se agrupan por un lado el pH y el oxígeno y por otro la diversidad (H'), la riqueza (D) y la equitatividad (J') son las variables que presentaron el más alto grado de asociación.

A una distancia de 5 aparece un sólo grupo, se pudo observar la influencia que ejerce la temperatura del agua sobre los subgrupos descritos con anterioridad.

Describiendo el dendograma de la Fig. 3b que muestra la asociación de las estaciones de muestreo con respecto a los valores de los parámetros ecológicos y físico-químicos se puede observar que a una distancia de 3.5 se forman dos grupos de localidades y una estación aislada, Briseñas. En el primer grupo (de izquierda a derecha) se pueden apreciar dos subgrupos, el primero de ellos agrupa a las estaciones: Chilchota, Carapan, Las Limas, El Platanal, Etúcuaro y Santo Tomás, mientras que el segundo subgrupo lo constituye la asociación de las estaciones Ario de Rayón y Las Adjuntas. En el primer subgrupo se localizan dos conjuntos que se forman por la asociación de las estaciones Chilchota-Carapan y Las Limas, El Platanal y Etúcuaro respectivamente, en tanto que la estación Santo Tomás se encuentra aislada. Las estaciones que formaron el segundo conjunto presentaron la mayor similitud. En el segundo grupo están asociadas las estaciones El Capulín y Camucuat, mientras que La Estanzuela es una estación aislada. Por último, a una unidad de distancia se reconocen dos grupos y cinco estaciones aisladas que fueron: Santo Tomás, Ario de Rayón, Las Adjuntas, La Estanzuela y Briseñas. Dentro del primer grupo las estaciones: Las Limas, El Platanal y Etúcuaro fueron las que presentaron mayor similitud.

Finalmente, los resultados del coeficiente de correlación cogenético (CCC) para los parámetros ecológicos y físico-químicos fue de 0.9169 y para las estaciones de muestreo fue de 0.9045, lo cual indica una escasa distorsión entre las matrices de distancia y los dendogramas resultantes.

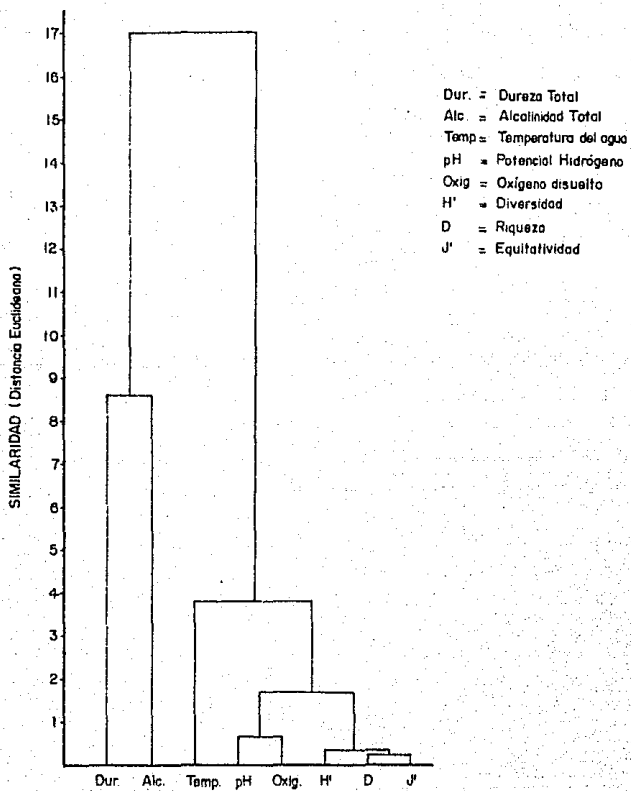


Fig. 3a Dendrograma para los parámetros ecológicos y físico-químicos

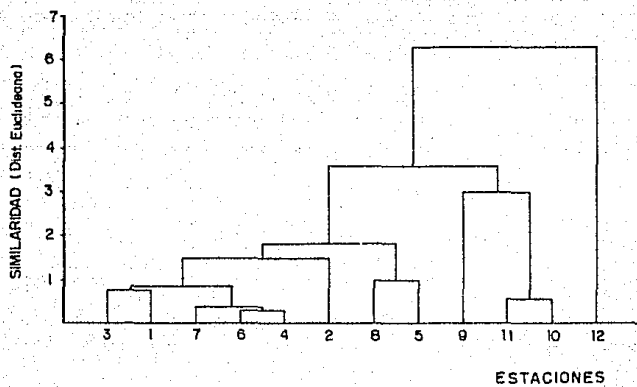


Fig. 3b Dendrograma de las Estaciones de muestreo

7.3. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:

TEMPERATURA DEL AGUA

La temperatura promedio del agua en el Rio Duero fue de 20.33°C con valores extremos de 15.80°C en el mes de febrero y 26.20°C en agosto. Los promedios más bajos se registraron en los meses de febrero y noviembre con 19.24°C y 19.57°C respectivamente, mientras que los más altos se presentaron en agosto con 21.68°C y mayo con 20.85°C. Los valores anuales para la desviación estandar y el coeficiente de variación fueron de 2.37 y 11.65% respectivamente (Tabla No. 9a).

Al analizar los valores medios de la temperatura del agua a lo largo de las doce estaciones de muestreo, se observo que ésta se incrementó gradualmente a partir de la primera estación, registrándose ligeros descensos en las estaciones: Las Adjuntas, El Platanal y Briseñas con promedios de 17.53°C, 19.10°C y 20.98°C. Las estaciones que siempre mostraron los promedios más bajos a lo largo de los cuatro muestreos fueron: Carapan con 17.00°C, Santo Tomás con 17.25°C y Las Adjuntas con 17.53°C. Los más altos en cambio, se registraron en Camucuat y El Capulín con 23.13°C y 23.33°C respectivamente.

Los valores mínimos de la temperatura se obtuvieron en el mes de febrero y en las estaciones: 1 con 15.80°C, 2 con 16.00°C y 5 con 16.80°C. Los máximos valores se obtuvieron en las últimas cuatro estaciones del rio, presentando Camucuat y La Estanzuela en los meses de agosto y mayo los valores más altos 26.20°C y 24.90°C respectivamente. El Capulín y Briseñas registraron también temperaturas elevadas en los meses de noviembre y agosto con 24.30°C y 24.40°C respectivamente (Tabla No. 10a, Fig. 4).

OXIGENO DISUELTO

La concentración media anual para este parámetro fue de 5.92 mg/l. Fueron agosto (5.09 mg/l) y noviembre (5.94 mg/l) los meses que presentaron los promedios de concentración más bajos, mientras que en mayo (6.53 mg/l) y febrero (6.11 mg/l) los promedios

TABLA No. 9

VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS REGISTRADOS EN LOS CUATRO MESES DE MUESTREO

MES	(a) TEM. AGUA (°C)					(b) OXIG. DIS. (mg/l)					(c) SATUR. O. D. (%)				
	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.
FEBRERO	15.00	19.24	23.00	2.36	12.25	2.32	6.11	9.20	2.12	37.91	30.50	81.59	127.80	11.52	31.63
MAYO	17.60	20.85	24.90	2.24	10.76	2.16	6.53	10.08	2.56	39.19	31.90	89.08	142.60	33.50	37.60
AGOSTO	17.80	21.68	26.20	2.60	11.98	0.96	5.09	7.10	1.91	37.59	13.40	71.20	90.40	25.08	36.34
NOVIEMBRE	16.00	19.57	24.30	2.20	11.65	4.51	5.94	7.29	0.98	16.50	59.85	79.19	99.06	13.12	18.57
ANUAL	15.00	20.33	26.20	2.37	11.65	0.96	5.92	10.08	1.94	32.77	13.40	80.26	142.60	26.00	32.40

MES	(d) pH					(e) NITR. TOT. (mg/l)					(f) DUR. TOT. (mg/l)				
	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.	MIN.	PRO.	MAX.	D.E.	C.V.
FEBRERO	7.00	7.20	7.50	0.16	2.25	76.00	100.67	170.00	27.65	27.46	60.76	83.63	152.88	27.30	37.65
MAYO	7.30	7.48	7.60	0.09	1.24	75.83	101.09	155.00	21.54	23.27	47.52	59.84	89.76	13.56	22.66
AGOSTO	7.30	7.44	7.60	0.10	1.29	79.56	93.67	112.20	11.49	12.27	44.00	58.12	74.00	11.13	19.14
NOVIEMBRE	7.10	7.54	8.40	0.39	5.16	77.33	94.38	121.00	15.13	16.03	69.19	82.00	109.64	12.26	14.46
ANUAL	7.00	7.43	8.40	0.19	0.40	75.83	97.45	170.00	19.45	19.96	44.00	70.90	152.88	16.06	22.66

MIN. MÍNIMO
 PRO. PROMEDIO
 MAX. MÁXIMO
 D.E. DESVIACION ESTÁNDAR
 C.V. COEFICIENTE DE VARIACION

TABLA No. 10

VALORES DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 1986

(a)

TEMPERATURA DEL AGUA (°C)

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	15.80	16.00	19.00	23.00	16.80	18.10	18.40	19.00	21.00	22.50	22.00	18.50
MAYO	17.60	18.00	20.70	20.40	18.10	20.20	20.40	21.50	24.90	23.40	24.00	21.00
AGOSTO	17.80	18.10	21.20	21.50	18.20	20.30	22.50	22.40	24.50	26.20	23.00	24.40
NOVIEMBRE	16.80	16.90	19.20	18.10	17.00	17.80	21.40	22.40	20.50	20.40	24.30	20.00
MINIMO	15.80	16.00	19.20	18.10	16.80	17.80	18.40	19.00	20.50	20.40	22.00	18.50
PROMEDIO	17.00	17.25	20.23	20.75	17.53	19.10	20.68	21.33	22.73	23.13	23.33	20.98
MAXIMO	17.80	18.10	21.20	23.00	18.20	20.30	22.50	22.40	24.90	26.20	24.30	24.40
DESV. EST.	0.79	0.86	0.78	1.79	0.63	1.16	1.51	1.39	1.99	2.08	0.90	2.17
COEF. VAR.	4.63	5.00	3.84	8.61	3.59	6.05	7.30	6.53	8.75	9.01	3.87	10.34

(b)

OXIGENO DISUELTO (mg/l)

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	7.65	7.94	8.42	7.36	5.32	7.26	7.26	2.32	2.32	3.00	9.20	5.32
MAYO	7.84	8.43	6.86	7.74	10.88	9.41	6.86	2.35	2.16	6.47	3.92	5.49
AGOSTO	6.91	7.10	6.91	6.91	5.18	6.33	6.14	0.96	2.40	4.22	4.22	3.84
NOVIEMBRE	6.86	7.29	6.86	6.30	5.73	6.86	6.68	4.51	5.55	4.51	5.56	4.51
MINIMO	6.86	7.10	6.86	6.30	5.10	6.33	6.14	0.96	2.16	3.00	3.92	3.84
PROMEDIO	7.32	7.69	7.26	7.08	6.78	7.47	6.74	2.54	3.11	4.65	5.73	4.79
MAXIMO	7.84	8.43	8.42	7.74	10.88	9.41	7.26	4.51	5.55	6.47	9.20	5.49
DESV. EST.	0.44	0.63	0.67	0.54	2.38	1.17	0.40	1.27	1.41	1.24	2.10	0.66
COEF. VAR.	5.95	6.88	9.21	7.58	35.07	15.68	5.98	50.14	45.16	27.36	36.67	13.82

CONTINUA

FIG. 4 TEMPERATURA DEL AGUA

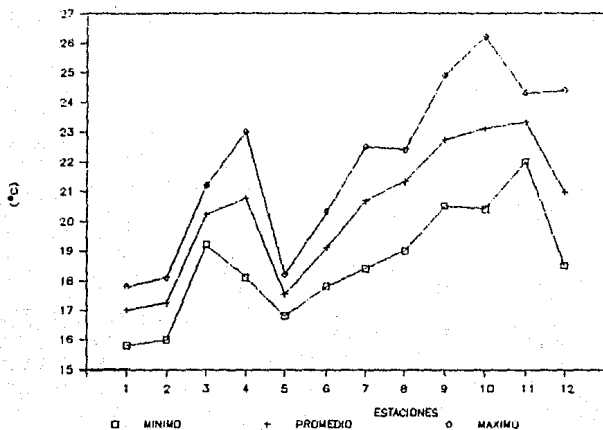
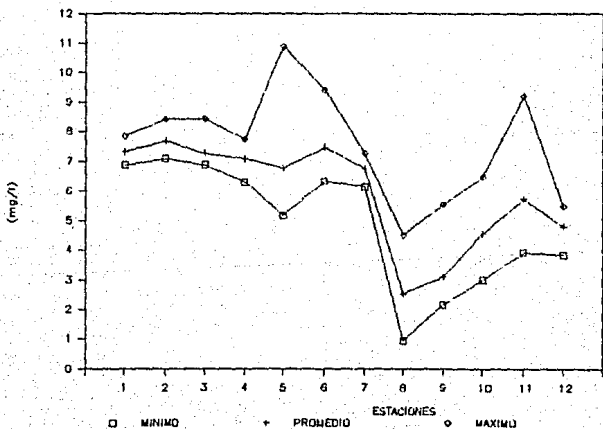


FIG. 5 OXIGENO DISUELTO



aumentaron aunque con diferencias no significativas. A lo largo del año las concentraciones mínimas y máximas registradas para el oxígeno disuelto fueron de 0.96 mg/l y 10.88 mg/l respectivamente. la variación total entre ambos valores fue de 9.92 mg/l. El coeficiente de variación y la desviación estándar presentaron valores anuales de 32.77% y 1.94 (Tabla No. 9b).

Los resultados del oxígeno disuelto (O.D.) en las localidades de muestreo se presentaron de la siguiente manera:

En las primeras siete estaciones de muestreo se registraron los niveles medios de concentración de oxígeno disuelto más altos que fueron de 7.69 mg/l en la estación No. 2 a 6.74 mg/l en la estación No. 7. La concentración disminuyó notablemente en las estaciones Ario de Rayón y La Estanzuela con 2.54 mg/l y 3.11 mg/l respectivamente, posteriormente se incrementó en las tres últimas estaciones alcanzando El Capulín el valor de 5.73 mg/l.

Las mínimas concentraciones de este parámetro se presentaron en las estaciones: Ario de Rayón (0.96 mg/l) en el mes de agosto y en La Estanzuela (2.16 mg/l) durante mayo. Fueron en los meses de febrero y mayo, y en las estaciones: Las Adjuntas con 10.88 mg/l, El Platanal con 9.41 mg/l y El Capulín con 9.20 mg/l en donde siempre se registraron los máximos valores en la concentración de oxígeno (Tabla No. 10b, Fig. 5).

SATURACION DE OXIGENO DISUELTO

Durante 1986 la saturación de oxígeno disuelto presentó un promedio anual de 80.26% siendo mayo (89.08%) y febrero (81.59%) los meses que presentaron los mayores promedios, en tanto que los menores aparecieron en los meses de agosto y noviembre con 71.20% y 79.19%. Los valores mínimos y máximos anuales que se registraron fueron de 13.40% y 142.60% en agosto y mayo respectivamente, mientras que los valores anuales para la desviación estándar y el coeficiente de variación fueron de 26.00 y 32.40% (Tabla No. 9c).

En las estaciones de muestreo se observó que los promedios de saturación de oxígeno disuelto siguieron un comportamiento similar al que presentó el oxígeno. Los valores altos para el porcentaje de saturación también se registraron en las primeras siete

localidades, mientras que fueron Ario de Rayón con 34.78% y La Estanzuela con 43.94% las estaciones en donde siempre se observaron los promedios más bajos. A partir de Camucuat y hasta el final del cauce del río se presentó una ligera recuperación en el porcentaje de saturación con valores de 63.69% a 79.39%.

Los porcentajes de saturación mayores al 100% se presentaron en los meses de febrero y mayo en las estaciones: 1 con 108.60%, 2 con 111.40%, 3 con 114.06%, 4 con 106.20%, 5 con 142.60%, 6 con 128.50% y 11 con 127.80%. Los mínimos valores se registraron en las estaciones 8-12, siendo Ario de Rayón (estación No. 8) en el mes de agosto y La Estanzuela (estación No. 9) en febrero con 13.40% y 31.80% respectivamente, las estaciones que presentaron los más bajos porcentajes (Tabla No. 10c, Fig. 6).

POTENCIAL DE HIDROGENO

Con respecto al potencial de hidrógeno éste se comportó de la siguiente manera:

La media anual que presentó este parámetro fue de 7.43 con una variación total entre el valor máximo (8.40) y mínimo (7.00) de 1.40. La desviación estándar anual fue de 0.19, en tanto que el coeficiente de variación fue de 0.40%. Los valores medios más altos se presentaron en los meses de mayo y noviembre con 7.48 y 7.54, mientras que los más bajos se registraron en febrero y agosto (7.28 y 7.44) aunque con diferencias no significativas (Tabla No. 9d).

A lo largo de las doce estaciones de muestreo los valores promedio del pH se mantuvieron muy semejantes, aunque fueron Santo Tomás, La Estanzuela y El Capulín las estaciones que presentaron los valores medios más altos con 7.50, 7.65 y 7.68 respectivamente. Los valores mínimos se observaron en las estaciones: Etúcuaro y Las Adjuntas con 7.00 durante el mes de febrero, y en Las Limas con 7.10 en noviembre. Los máximos valores se registraron en las estaciones: La Estanzuela y El Capulín con 8.30 y 8.40 ambos registrados durante el mes de noviembre (Tabla No. 10d, Fig. 7).

TABLA No. 10

VALORES DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTRO DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 1986

(c)

SATURACION DE OXIGENO (%)

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	101.70	100.60	114.06	106.20	68.10	94.50	93.70	30.50	31.80	41.90	127.00	67.00
MAYO	108.60	111.40	95.50	105.70	142.60	128.50	92.20	32.20	31.90	90.60	55.90	73.90
AGOSTO	95.70	98.40	96.20	96.20	68.00	86.50	85.00	13.40	36.90	62.40	60.20	54.70
NOVIEMBRE	93.17	99.06	91.43	82.38	73.34	87.79	91.54	63.03	75.14	59.85	73.67	59.85
MINIMO	93.17	98.40	91.43	82.38	68.00	86.50	85.00	13.40	31.80	41.90	55.90	54.70
PROMEDIO	99.79	102.37	99.30	97.62	88.01	99.42	90.81	34.78	43.94	63.69	79.59	64.06
MAXIMO	108.60	111.40	114.06	106.20	142.60	128.50	93.70	63.03	75.14	90.60	127.00	73.90
DESV. EST.	6.95	5.28	8.72	9.66	31.89	17.09	3.00	17.89	18.13	17.43	28.71	7.35
CUEF. VAR.	5.97	5.16	8.78	9.09	35.90	17.19	3.30	51.43	41.27	27.37	36.16	11.47

(d)

pH

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	7.20	7.30	7.20	7.00	7.00	7.20	7.50	7.40	7.40	7.50	7.40	7.20
MAYO	7.40	7.50	7.60	7.40	7.30	7.40	7.40	7.50	7.60	7.60	7.50	7.50
AGOSTO	7.50	7.60	7.40	7.60	7.50	7.30	7.40	7.50	7.30	7.40	7.40	7.40
NOVIEMBRE	7.40	7.60	7.50	7.45	7.40	7.20	7.10	7.40	8.30	7.20	8.40	7.50
MINIMO	7.20	7.30	7.20	7.00	7.00	7.20	7.10	7.40	7.30	7.20	7.40	7.20
PROMEDIO	7.39	7.50	7.43	7.36	7.30	7.28	7.35	7.45	7.65	7.43	7.68	7.40
MAXIMO	7.50	7.60	7.60	7.60	7.50	7.40	7.50	7.50	8.30	7.60	8.40	7.50
DESV. EST.	0.11	0.12	0.15	0.22	0.19	0.08	0.15	0.05	0.39	0.15	0.42	0.12
CUEF. VAR.	1.48	1.43	1.99	3.01	2.56	1.14	2.04	0.67	5.10	1.99	5.48	1.66

CONTINUA

FIG. 6 SATURACION DE OXIGENO

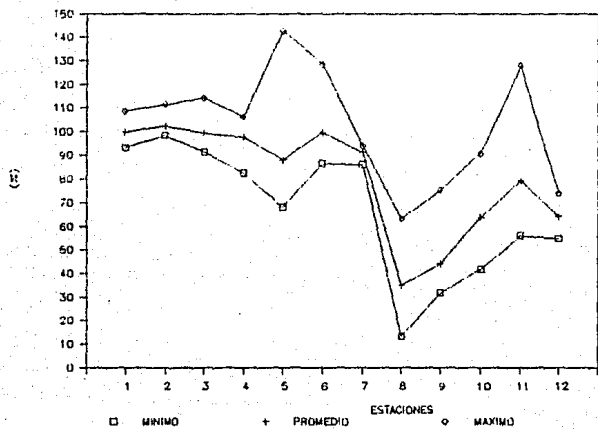
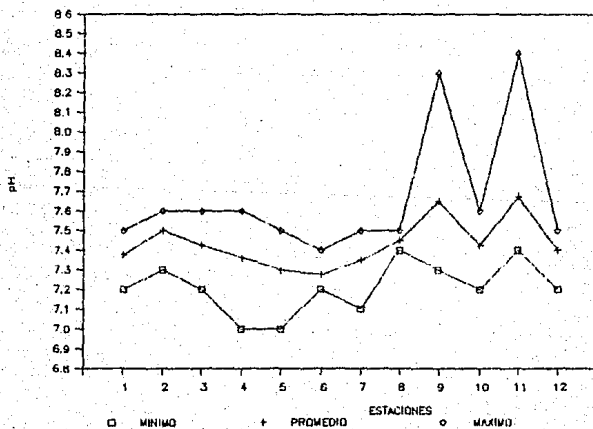


FIG. 7 POTENCIAL HIDROGENO



ALCALINIDAD TOTAL

Los resultados de la alcalinidad total expresados como $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ se comportaron de la siguiente manera:

Mayo (101.09 mg/l) y febrero (100.67 mg/l) fueron los meses que presentaron los valores medios más altos, en tanto que en agosto y noviembre los valores disminuyeron a 93.67 mg/l y 94.38 mg/l respectivamente. La media anual que presentó este parámetro a lo largo del río fue de 97.45 mg/l con valores mínimos y máximos de 75.83 mg/l y 170.00 mg/l . La desviación estándar anual que presentó la alcalinidad total fue de 19.45, mientras que en el coeficiente de variación se obtuvo un valor de 19.96% (Tabla No. 9e).

En las estaciones de muestreo se observó que los valores promedio para la alcalinidad total tienden a incrementarse gradualmente a partir de la primera estación, registrándose ligeros descensos en las estaciones: Chilchota (80.25 mg/l), El Platanal (84.85 mg/l) y Las Limas (85.87 mg/l). Los valores medios más altos se observaron a partir de la estación No. 9 y hasta el final del curso del río en donde la estación No. 12 alcanzó un valor máximo de 136.98 mg/l .

Los valores mínimos para la alcalinidad se obtuvieron en las dos primeras estaciones de muestreo con 76.00 y 75.83 mg/l , que se registraron en los meses de febrero y mayo respectivamente. Los máximos valores también se presentaron en estos dos meses, pero fue a partir de la estación No. 8 y hasta el final del cauce del río en donde la concentración fue superior a 100 mg/l . Tabla No.10e, Fig. 8

DUREZA TOTAL

En aguas naturales, la dureza es principalmente atribuible a los iones de calcio y magnesio; al igual que la alcalinidad se encuentra expresada en términos de $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$.

Los valores para la dureza total se registraron de la siguiente manera:

La dureza total durante los cuatro meses de muestreo presentó una concentración media anual de 70.90 mg/l . Los valores medios más bajos se presentaron en los meses de agosto (58.12 mg/l) y mayo

TABLA No. 10

VALORES DE LOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 1986

(u)

ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	76.00	92.00	78.00	77.00	82.00	82.00	82.00	99.00	126.00	124.00	120.00	170.00
MAYO	82.00	75.83	84.05	86.10	79.95	86.15	92.25	100.45	118.40	125.05	125.05	158.80
AGOSTO	79.56	81.60	81.60	83.64	89.76	87.72	87.72	99.96	108.12	112.20	108.12	104.04
NOVIEMBRE	78.30	80.47	77.33	99.56	121.80	81.51	81.51	84.64	100.32	104.50	104.50	118.08
MINIMO	76.00	75.83	77.33	77.00	79.95	81.51	81.51	84.64	100.32	104.50	104.50	104.04
PROMEDIO	78.99	82.48	80.25	86.58	93.38	84.85	85.87	96.01	113.21	116.44	114.42	136.98
MAXIMO	82.00	92.00	84.05	99.56	121.80	88.15	92.25	100.45	126.00	125.05	125.05	170.00
DESV. EST.	2.16	5.91	2.73	8.20	16.81	3.10	4.42	6.59	9.70	8.54	8.10	26.86
COEF. VAR.	2.74	7.16	3.40	9.47	18.01	3.65	5.15	6.86	8.64	7.34	7.34	19.61

(F)

DUREZA TOTAL (mg/l)

MES	ESTACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FEBRERO	64.68	77.42	60.76	62.73	64.68	64.68	65.66	70.56	106.82	108.78	103.08	152.88
MAYO	47.52	52.80	51.04	49.28	49.28	49.28	52.80	54.56	70.40	77.14	73.92	89.76
AGOSTO	61.60	72.60	44.00	44.00	48.40	48.40	48.40	52.80	66.00	74.80	70.40	66.00
NOVIEMBRE	76.08	80.72	74.95	73.03	71.11	69.19	73.03	74.96	86.49	98.02	96.10	109.54
MINIMO	47.52	52.80	44.00	44.00	48.40	48.40	48.40	52.80	66.00	74.80	70.40	66.00
PROMEDIO	62.67	70.89	57.69	57.26	58.37	57.89	59.97	63.22	82.43	89.76	86.08	104.55
MAXIMO	76.08	80.72	74.95	73.03	71.11	69.19	73.03	74.96	106.82	108.78	103.08	152.88
DESV. EST.	10.45	10.83	11.61	11.38	9.60	9.19	9.85	9.69	16.02	14.19	14.24	31.88
COEF. VAR.	16.67	15.24	20.12	19.88	16.79	15.88	16.43	15.32	19.43	15.81	16.54	30.49

FIG. 8 ALCALINIDAD TOTAL

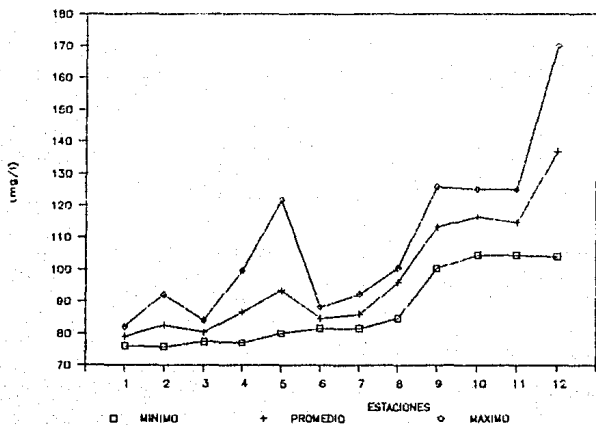
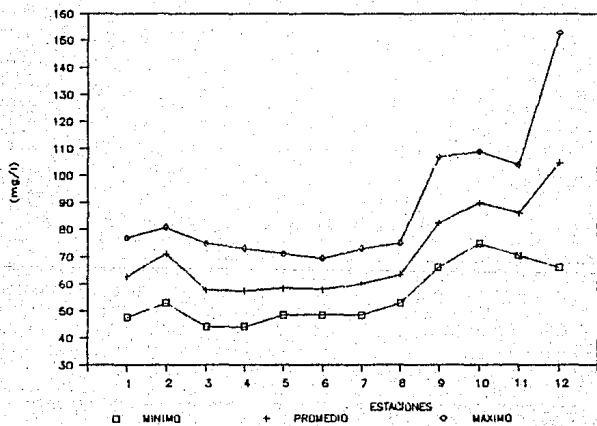


FIG. 9 DUREZA TOTAL



(39.84 mg/l), mientras que los más altos se obtuvieron en febrero (83.63 mg/l) y noviembre (82.00 mg/l) respectivamente. Los valores mínimos y máximos anuales que se reportaron para la dureza total fueron de 44.00 mg/l y 152.88 mg/l, mientras que la desviación estándar y el coeficiente de variación presentaron valores de 16.06 y 22.66% (Tabla No. 9f).

En las primeras estaciones de muestreo Carapan-Ario de Rayón las concentraciones promedio para la dureza total fueron desde 57.26 mg/l en la estación de Etúcuaro hasta 70.89 mg/l en Santo Tomás. Al igual que la alcalinidad total, la dureza presentó un aumento principalmente a partir de la estación No. 9 hasta Briseñas que corresponde a la última estación de muestreo en donde se reportó la concentración media más alta (104.55 mg/l). Las estaciones que siempre mostraron los promedios más bajos fueron: Etúcuaro con 57.26 mg/l, Chilchota con 57.69 mg/l y El Platanal con 57.89 mg/l.

Los mínimos valores para la dureza total se presentaron en Carapan con 47.52 mg/l y en Chilchota y Etúcuaro con 44.00 mg/l en los meses de mayo y agosto respectivamente, en tanto los valores más altos se obtuvieron en el mes de febrero a partir de la estación La Estanzuela y hasta Briseñas en donde se presentó el máximo valor con 152.88 mg/l. (Tabla No. 10f, Fig. 9).

7.4. ALGUNOS METODOS BIOLÓGICOS QUE SE HAN UTILIZADO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA.

Durante los últimos años se ha incrementado el deterioro de la calidad del agua en México, debido principalmente al auge acelerado de la urbanización e industrialización. Este aumento en la descarga de desechos tanto orgánicos como industriales en los sistemas acuáticos tales como los ríos, trae como consecuencia un decremento en el contenido de oxígeno disuelto, incremento en la turbidez, cambios en el pH hacia extremos de acidez o alcalinidad, incremento en el contenido químico a niveles tóxicos, formación de depósitos de lodo como resultado de la presencia de ciertos contaminantes, alta concentración de nutrientes (fosfatos, nitratos y amonio) así como la sobreproducción de organismos que deterioran la calidad del agua y que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Todas estas alteraciones en los ecosistemas provocan a largo o corto plazo daños en la flora y fauna acuáticas (Myslinski y Ginsburg, 1977).

En estudios de calidad ambiental los datos físico-químicos revelan la concentración de los tóxicos responsables, que pueden fluctuar amplia y rápidamente por los efectos de contaminación temporal o dilución por la lluvia. Sin embargo, estos datos no reflejan información acerca del desequilibrio ecológico causado en un ecosistema acuático (González y Chapiro, 1987).

Debido a lo anterior, a principios de siglo surgen en Europa los primeros métodos biológicos para evaluar el grado de desequilibrio causado a un ecosistema acuático. Los métodos se basan principalmente en el estudio de los efectos que los aportes de sustancias diversas ejercen sobre el conjunto de organismos vivos. Muchos de los métodos que se han propuesto llevan al establecimiento de un "índice biótico" en donde se hace uso de las llamadas especies indicadoras de la calidad del agua, referida a una lista de organismos clasificados en función de su comportamiento frente a la contaminación. Washington (1984) señala que Beak define a un índice biótico como "un índice de la contaminación del agua basado sobre un estudio de la biota".

Estudios realizados por Brower y Zar (1977) mencionan que los organismos indicadores han sido descritos por varios autores entre los que destacan: Gaufin, Goodnight, Hart y Fuller, Palmer, Patrick, Warren y Wilber, entre otros.

En la actualidad, existen muchos problemas tanto en la elección de un índice como en la interpretación del cálculo, debido a que muchos de los índices bióticos que se han desarrollado son altamente especializados para un tipo particular de contaminación principalmente para la contaminación orgánica, además de que se encuentran limitados al área geográfica en la cual las listas de tolerancia fueron compiladas.

En principio, cualquier especie cuyos límites ambientales sean conocidos puede ser utilizada como indicadora. Gonzalez y Chapiro (1987) recomiendan que para que un organismo pueda ser utilizado como un indicador biológico debe cumplir con las siguientes características:

- a) Debe indicar la calidad del agua del sitio muestreado.
- b) Debe indicar la calidad del agua sobre un periodo de tiempo considerable.
- c) Debe de utilizar métodos de muestreo simples, que no involucren gran cantidad de mano de obra.
- d) Debe de ofrecer una determinación confiable, simple y comparativa de la calidad del agua.

Los mismos autores señalan algunas de las ventajas que ofrecen los indicadores biológicos.

- a) Los organismos acuáticos como indicadores biológicos constituyen un monitoreo continuo, eliminando el problema de la "puntualidad" del agua (Las muestras puntuales no revelan deterioros ocasionales significativos).
- b) Los organismos integran el efecto de los contaminantes mezclados.
- c) Los cambios en las poblaciones acuáticas facilitan la interpretación de la calidad del agua.

Existen diferentes tipos de indicadores biológicos, que se seleccionan en función de la naturaleza de la localidad de interés y de acuerdo al uso del agua (ya sea para recreación, pesca, esparcimiento, riego, o para tratamiento industrial o doméstico). Los grupos de organismos que más se han utilizado como indicadores biológicos son: plantas, invertebrados y peces, aunque la movilidad de éstos últimos presenta dificultades al interpretar la información en puntos específicos de muestreo.

Indudablemente los organismos vivos constituyen verdaderos elementos integradores de la calidad del agua, como es el caso de los macroinvertebrados bentónicos cuyas comunidades en un ecosistema acuático son muy sensibles a cualquier cambio.

Basados sobre el grado de sensibilidad a diferentes magnitudes de contaminación, los macroinvertebrados han sido clasificados como: intolerantes, moderados, facultativos y tolerantes. Myslinski y Ginsburg (1977) señalan que IEPA (Illinois Environment Protection Agency) define a estas cuatro categorías como sigue:

INTOLERANTES: Organismos que tienen ciclos de vida que dependen de un rango limitado de condiciones medio ambientales ideales. Las especies intolerantes son sensibles a la contaminación y generalmente son reemplazadas por especies más tolerantes si la calidad del agua es dañada. Como ejemplo se incluyen a los tricópteros y megalópteros.

MODERADOS: Este grupo incluye a organismos que son menos sensibles a la degradación ambiental, sin embargo, no son capaces de adaptarse a una degradación severa. Dentro de los organismos típicos de este grupo se incluyen a los moluscos, crustáceos (*Asellus*) y ciertas especies de odonatos.

FACULTATIVOS: Estos organismos son capaces de sobrevivir en un amplio rango de condiciones ambientales presentando una mayor tolerancia a las condiciones adversas a diferencia de los especies intolerantes o moderadas. En este grupo pueden encontrarse algunas especies de gasterópodos y coleópteros.

TOLERANTES: Los organismos tolerantes logran sobrevivir en un amplio rango de condiciones, habitando generalmente en aguas de mala calidad; gran número de ellos se encuentran en áreas que presentan contaminación orgánica. Las especies típicas reportadas para esta categoría son: *Tubifex* y *Physa integra*.

Los insectos acuáticos un grupo considerablemente importante dentro de la comunidad macrobentónica de los sistemas lóticos pueden ser utilizados en la detección de cambios medio ambientales, ya que cuando éstos se encuentran sometidos a flujos contaminantes pueden testimoniar con sus fluctuaciones la calidad físico-química de las aguas que habitan.

A continuación se presentan algunos de los métodos biológicos que se han sido utilizados para evaluar la calidad del agua.

Tufféry (1979) reporta que el primer sistema de caracterización biológica de la contaminación de las aguas corrientes llamado "sistema de los saprobios" fue elaborado por Kolkwitz y Marsson. En este método se toman en cuenta las principales clasificaciones de especies animales y vegetales (bacterias y protozoa) de agua dulce y en función de sus preferencias o exigencias frente a la contaminación de materia orgánica se distinguen cuatro clases principales de la calidad del agua: aguas oligosaprobias, β -mesosaprobias, α -mesosaprobias y polisaprobias.

Se presentan a continuación algunas objeciones formuladas por Bartsch & Ingran (1966) en contra de la aplicación del sistema saprobio.

- 1) Para la aplicación correcta del método se requiere de la identificación exacta de los organismos a nivel específico, en algunos grupos (protozoarios y algas) existe dificultad en la nomenclatura y posición taxonómica de muchas especies. Por otra parte se requiere de un numeroso equipo de taxónomos para la determinación de los diferentes grupos que integran la comunidad biológica. Finalmente entre los científicos existe gran discrepancia acerca de la posición de los organismos dentro de una u otra categoría (o zona) del sistema saprobio.

- 2) Existe desconocimiento de las características ecológicas, requerimientos: medioambientales, límites de tolerancia y respuestas fisiológicas de muchas especies indicadoras.
- 3) Se requiere de un considerable número de muestreos para llevar a cabo con exactitud y precisión los requerimientos biológicos cualitativos y cuantitativos.
- 4) Sladeczek (1973) menciona que el concepto original de indicadores biológicos de contaminación (expresado en los sistemas saprobios) desafortunadamente no se aplica a desechos industriales o desechos domésticos por lo que el sistema saprobio sólo es aplicable a contaminaciones estrictamente orgánicas.

En la actualidad el sistema saprobio se utiliza muy poco, debido probablemente al conocimiento tan preciso que se requiere de los organismos.

A partir del sistema de los saprobios gran número de investigadores principalmente de Norte América y Europa comenzaron a diseñar sistemas biológicos, con la finalidad de emplear diferentes grupos de macroinvertebrados bentónicos y evaluar no sólo la contaminación orgánica sino incorporar otros tipos de contaminantes. Sin embargo, Sladeczek (1973) señala que muchos de los métodos biológicos que se han desarrollado no son más que modificaciones del sistema de los saprobios ya que siguen el mismo principio, difiriendo únicamente en nomenclatura y delimitación de zonas.

Patrick (1950) establece un sistema en el que clasifica a las plantas y animales dentro de siete grupos taxonómicos. Estos siete grupos cubren muchas partes de un ecosistema acuático desde las algas hasta los peces (aquellos organismos que responden en forma similar a las condiciones del agua son colocados en el mismo grupo, aun cuando presentan diferente organización biológica). De acuerdo a la presencia o ausencia del número de especies en cualquiera de los siete grupos y del porcentaje del número de especies encontradas en cada uno organiza cinco clases de histogramas, en

donde clasifica a las aguas como: libres de contaminación, semilibres de contaminación, contaminadas, muy contaminadas y atípicas. El método excluye aquellos taxas que no muestran una respuesta a la contaminación orgánica tales como las bacterias. Actualmente los histogramas de Patrick no son muy utilizados debido a que se requiere de un considerable conocimiento taxonómico (Myslinsky y Ginsburg, 1977).

El modelo matemático desarrollado por Beck (1955) lleva al establecimiento de un "índice biótico" que se basa en la presencia o ausencia de macroinvertebrados. De acuerdo con Beck cuando el valor del índice biótico es igual a cero significa que la corriente está contaminada, cuando oscila entre valores de 1 a 6 la corriente se encuentra recibiendo cantidades moderadas de desechos orgánicos, finalmente las corrientes ligeramente contaminadas presentan un índice biótico superior a 10.

El índice biótico propuesto por Beck puede ser calculado de la siguiente manera:

$$IB = 2(n \text{ Clase1}) + (n \text{ Clase2})$$

Donde:

n = Número de especies de macroinvertebrados.

Clase1 = Organismos intolerantes a la contaminación orgánica.

Clase2 = Organismos facultativos a la contaminación orgánica.

El método de Beck tiene una aplicabilidad limitada ya que únicamente puede ser aplicado a la contaminación orgánica ignorando las otras formas de contaminación.

En 1960 el Sistema Inglés Trent River Board llevó al establecimiento del índice biótico "Trent" descrito originalmente por Woodiwiss en 1964. Este índice se basa en el número de grupos (taxas definidos) de macroinvertebrados bentónicos que se relacionan con la presencia de 6 organismos claves. El índice desarrollado por Woodiwiss presenta un rango de 0 a 10, cuando el índice alcanza el valor más alto las aguas pueden considerarse limpias, mientras que cuando la contaminación aumenta el valor del

índice decrece alcanzando en ríos con alta contaminación el valor promedio de 1 ó 2. El sistema propuesto por Woodiwiss solo puede ser de gran utilidad en el área para la cual fue designado, pero no puede ser aplicado en corrientes o ríos de Sudáfrica debido a que en esta zona el grupo de los plecópteros se encuentra muy restringido, mientras que los géneros *Gammarus* y *Asellus* están completamente ausentes. A pesar de lo anterior, González y Chapiro (1987) señalan que la bondad del índice "Trent" radica en que sólo se requiere de muestreos cuantitativos de invertebrados bentónicos y no involucra taxonomía fina.

El método descrito por Woodiwiss creó las bases para que se desarrollaran otros métodos biológicos en el Reino Unido. En Francia fue satisfactoriamente adaptado por Verneaux y Tufféry (1967) que mediante el estudio de poblaciones de invertebrados bentónicos proporcionaron otro índice biótico. Para la determinación de este índice biótico (variable de 1 a 10) los autores se limitan a fijar "unidades sistemáticas" (determinación sistemática a nivel de familia, género o especie, difiriendo los límites según los órdenes taxonómicos). Cuando se presenta más de una unidad sistemática se dice que las condiciones son excepcionalmente favorables a dichos grupos, mientras que con una sola unidad las condiciones son menos favorables. Una vez determinadas las unidades sistemáticas, se hace uso de una tabla estándar en donde se agrupan siete de los principales grupos de invertebrados acuáticos según su tolerancia creciente a la contaminación. Cuando el valor del índice es 10 las aguas pueden considerarse limpias en tanto que en aguas contaminadas el índice alcanza valores de 1 ó 0. En este método los autores recomiendan muestrear tanto la facie lótica como la facie léntica ya que señalan que en una misma localidad pueden encontrarse biocenosis bentónicas muy diferentes. Los autores reconocen que el método se encuentra limitado a ríos poco profundos.

Beak (1965) estudió los macroinvertebrados habitantes en el sedimento que se deposita en el fondo de un gran río Canadiense. De los datos obtenidos derivó un índice biótico para la calidad del agua, este índice estuvo basado sobre los hábitos alimenticios (predadores, herbívoros, filtradores, comedores de detritus, etc.),

la sensibilidad a la contaminación (sensitivos, facultativos y tolerantes) y la densidad de los macroinvertebrados. Los rangos del índice van de 0 para una contaminación severa (usualmente tóxica) a 6 para áreas no contaminadas. El método tiene poco éxito debido a que se desconocen los hábitos alimenticios de muchas especies, no obstante, es un método que se aproxima a la estructura de una comunidad.

Otro índice biótico es el descrito por Mackenthun (1969) quien clasifica a los macroinvertebrados habitantes de los fondos en: sensitivos, intermedios y tolerantes. Las subdivisiones están basadas en el orden de desaparición de los diferentes grupos de macroinvertebrados en respuesta a la contaminación. El método plantea que los primeros organismos en desaparecer serían los sensitivos en donde se incluyen a los órdenes: Plecoptera, Ephemeroptera, Megaloptera y Trichoptera; los intermedios serían aquellos organismos comprendidos dentro de la clase Gasteropoda, los órdenes Amphipoda, Isopoda, Odonata y los pertenecientes a las familias Simuliidae, Sphaeriidae y Chironomidae. Finalmente los últimos en desaparecer y por lo tanto los más tolerantes a la contaminación serían aquellos pertenecientes a las familias Tubificidae y Psychodidae.

Persoone y Pauw (1979) y Washington (1984) analizan el "Sistema Score" propuesto por Chandler. En este sistema se reconocen 5 niveles de abundancia (presentes, pocos, comunes, abundantes y muy abundantes) de acuerdo al número de organismos capturados en 5 minutos de muestreo. Para deducir el índice la fauna tiene que ser determinada y cuantificada, a cada taxón se le coloca un número de acuerdo a su grado de sensibilidad a la contaminación orgánica y a su abundancia. Chandler adoptó los "niveles de abundancia" reconocidos por el Lothians Purification Board. Los valores más altos del índice se presentan en las especies de agua limpia. Parece ser que se trata de un método más sensitivo que el Trent Biotic Index ya que éste último no toma en cuenta la abundancia.

En Sudáfrica Chutter (1972) estableció el "índice sapróbico". Para obtener su valor, el número de individuos de cada taxón se multiplica por el valor cualitativo del taxón (que varía de 0 a 10 dependiendo del tipo de agua en el que aparecen las especies), así

a las especies de agua limpia se les asigna un valor entre 0-1, mientras que a las de agua altamente contaminada el de 10, se pueden presentar también valores intermedios. El producto de la multiplicación se suma y se divide entre el número total de individuos. Los valores cualitativos para los taxa varían de acuerdo a la diversidad y abundancia de los Baétidos (Orden Ephemeroptera) por lo que existe una estrecha relación entre el conocimiento biológico de los taxa y sus valores cualitativos.

El índice biótico (B) se puede obtener de la siguiente manera:

$$B = \frac{\Sigma(ab)}{n}$$

Donde:

- a = Número de individuos de cada grupo taxonómico.
- b = Valores cualitativos de los diferentes grupos taxonómicos.
- n = Número total de individuos.

En este método no se requiere de la identificación exacta de los organismos a nivel de especie y el tamaño de la muestra tampoco es muy importante. El método presenta algunas limitaciones como son el hecho de que las biocenosis acuáticas no son solo influenciadas por contaminación orgánica, sino por compuestos tóxicos tales como: pesticidas, metales pesados y fenoles los que pueden dañar la calidad del agua y matar algunos de los organismos presentes. Desafortunadamente el índice de Chutter es muy específico para Sudáfrica.

Washington (1984) señala que Hilsenhoff basado en el índice de Chutter, desarrolló su propio índice biótico. Tomando en cuenta las condiciones prevalientes en Norte América, Hilsenhoff presentó una lista extensa de taxa con sus correspondientes valores cualitativos los que varían de 0 a 5 y no de 0 a 10 como el método de Chutter. Cuando el valor del índice biótico es menor de 1.75 la calidad del agua puede considerarse excelente, mientras que con valores mayores de 3.75 el agua se considerada muy pobre. El mismo

autor afirma que la única desventaja del índice es el tiempo que se invierte en la identificación de los organismos ya que asegura que la determinación a nivel específico incrementa la sensibilidad del índice.

Myslinsky y Ginsburg (1977) presentan algunos métodos biológicos en donde se emplea la densidad total de la clase Oligochaeta para evaluar el grado de contaminación del agua.

Uno de los métodos es el propuesto por Wright y Tidd quienes establecen que la contaminación del agua puede omitirse o pasarse por alto cuando la densidad de los oligoquetos es menor de $1000/m^2$, cuando la densidad oscila entre $1000-5000/m^2$ la contaminación puede considerarse como moderada y finalmente cuando la densidad es superior a $5000/m^2$ la contaminación en el cuerpo de agua es muy severa. Mozley y Alley (1973) señalan que en un área con contaminación severa la densidad de los oligoquetos puede ser mayor a $10,000/m^2$.

Finalmente cabe señalar que además de los métodos ya mencionados, se han realizado varios intentos para evaluar la calidad del agua basándose en estudios fisiológicos, sin embargo, esto requiere de gran inversión de tiempo y un gran conocimiento taxonómico.

8.0. DISCUSION

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

En la cuenca del Río Duero se observó que a través de un año de muestreo las familias Chironomidae y Tricorythidae aportaron el 55% en abundancia numérica, con un máximo de 1,331 y 867 especímenes respectivamente. Las demás familias alcanzaron un porcentaje no mayor de 6.66% siendo el mínimo obtenido en el caso de Cordulegastridae, Saldidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Carabidae, Chrysomelidae, Hydraenidae y Stratiomyidae de 0.02% (Tabla No. 3).

En cuanto a la abundancia espacial se refiere, los valores numéricamente más elevados se encontraron asociados a las estaciones localizadas en la parte alta del río (Carapan-Las Limas), salvo en la estación Etúcuaro en donde el número de organismos disminuyó considerablemente. En las primeras localidades de muestreo predominaron principalmente los grupos de insectos que son más sensibles a las variaciones en la concentración de oxígeno disuelto como es el caso de los efemerópteros, tricópteros y larvas de dípteros. Las familias que caracterizaron a estos grupos por su mayor abundancia fueron: Baetidae, Leptophlebiidae, Tricorythidae, Hydropsychidae, Helicopsychidae, Lepidostomatidae, Polycentropodidae y larvas de las familias Chironomidae y Simuliidae. (Tabla No. 5)

Por las condiciones en las que prevalecieron las ninfas de las familias Baetidae, Tricorythidae y Leptophlebiidae se observó que su distribución se restringe principalmente a lugares en donde la temperatura, alcalinidad y dureza no son muy altos ya que en los sitios en donde se colectó su mayor abundancia, estos parámetros registraron sus mínimos valores. Asimismo, pueden considerarse a lo largo del río como organismos de aguas rápidas (aunque no se tienen

registrados los valores cuantitativos de la velocidad de corriente Margalef (1983) señala que en la cabecera de un río la corriente es mayor de 0.5 m/seg, mientras que en el potamon (aguas abajo), la velocidad disminuye), con requerimientos altos de oxígeno disuelto y de acuerdo con los valores reportados para la DBO parece ser que no toleran mucha materia orgánica.

Aún cuando en este trabajo no se dan datos a nivel generico podría pensarse que *Baetis spp* es uno de los géneros de la familia Baetidae que se encuentra presente en el área de estudio ya que Lehmkuhl (1979) lo reporta como efemeróptero habitante principalmente de los ríos.

Por otra parte, de acuerdo con los intervalos de los parámetros físico-químicos en los que aparecieron las larvas de las familias Hydropsychidae, Lepidostomatidae, Helicopsychidae y Polycentropodidae (pertenecientes al orden Trichoptera), se puede inferir que son organismos que requieren de aguas con adecuados suministros de oxígeno y poca cantidad de materia orgánica, lo que coincide en cierta forma con lo establecido por Margalef (1983) al mencionar que estos organismos se caracterizan por ser habitantes principalmente de ríos y arroyos de aguas limpias. El sustrato rocoso presente en la zona alta del río fue quizás el factor que más favoreció la distribución de estas familias ya que se ha reportado que este tipo de sustrato permite la formación de oquedades, adecuadas para la construcción de sus casas y redes; ya que el hábito de fabricar casas ha sido desarrollado en alto grado por las larvas de casi todas las familias de estos insectos. Cada especie construye un tipo de casa característico utilizando diferentes elementos como son: pedazos de hojas, granos de arena, ramas u otros materiales.

De acuerdo con lo estipulado por Goodnight (1973) una asociación de tricópteros, plecópteros y efemerópteros son una muestra significativa de la buena calidad del agua. Sin embargo, es importante señalar que a pesar de que estos organismos han sido considerados como sensibles a las variaciones en la concentración de oxígeno, existen algunos géneros como *Arctopsyche*, *Macronema*, *Tricorythodes spp*, etc. habitantes de aguas turbias en donde el nivel de este parámetro decrece y el contenido de sólidos en

suspensión es alto.

Los datos obtenidos en el presente trabajo de la amplia distribución y gran abundancia de la familia Chironomidae en todo el ciclo anual, coinciden con lo reportado por Eckblad (1978) al indicar que ésta es una de las familias más abundantes y ampliamente distribuidas de todos los insectos acuáticos.

En el estudio sobre la ecología de los insectos acuáticos del río Lerma realizado por Bueno, *et. al.* (1981) reportan las larvas de dípteros como organismos que requieren de aguas con alta concentración de oxígeno disuelto. Sin embargo, en el área de estudio los valores de los parámetros físico-químicos que presentaron las estaciones en donde se colectaron las larvas de la familia Chironomidae (Orden Diptera) hacen suponer que a lo largo del cauce del río se presentan diferentes géneros y especies de quironómidos capaces de tolerar intervalos ambientales amplios, por lo que resulta difícil relacionar a la familia con alguna característica en particular. Sin embargo, el sustrato rocoso y la vegetación acuática presente en las primeras estaciones del río parecen ser características medioambientales favorables para la distribución de estos organismos, debido a que Hart y Fuller (1974) mencionan que las larvas pueden habitar tanto en un sustrato rocoso como en troncos de plantas acuáticas, esponjas, briozoarios e incluso mencionan que pueden llegar a ser parásitos de otros insectos.

Con respecto a los organismos de la familia Simuliidae (Orden Diptera) éstos aparecieron en zonas bien oxigenadas, con temperaturas relativamente bajas y con amplios intervalos de pH. Su abundancia en las primeras estaciones de muestreo no es casual, ya que Margalef (1983) indica que los estados inmaduros de esta familia se caracterizan por habitar principalmente ríos de corrientes rápidas.

Aunque las familias Elmidae, Calopterygidae y Veliidae no pertenecen a los órdenes antes descritos, es importante mencionar que también presentaron su mayor abundancia en las primeras siete estaciones del río (Carapan-Las Limas) (Tabla No. 5).

Los adultos y las larvas de la familia Elmidae se colectaron principalmente en sitios con buen caudal, adecuada oxigenación y

poca cantidad de materia organica lo que coincide con lo establecido por varios autores tales como Usinger (1956) quien indica que es raro encontrar élmidos en lugares con gran cantidad de materia orgánica, fondos lodosos y bajo contenido de oxigeno disuelto, también con lo reportado por Edmonson (1959) quien señala que esta familia prefiere rios de corrientes rápidas y limpias. finalmente Hart y Fuller (1974) mencionan que se les puede encontrar sobre rocas o troncos de la vegetación acuática en corrientes de agua bien aerocadas, por ser organismos que dependen directamente del oxigeno del agua.

Al parecer, la vegetación presente en las primeras estaciones fue también el factor que mayor influencia ejerció sobre la distribución y abundancia de la familia Calopterygidae dado que McCafferty (1981) y Edmonson (1959) reportan que las ninfas de esta familia habitan principalmente en las raíces de la vegetación que se encuentra cercana a la orilla de los rios.

En base a los resultados anteriores se dedujo que fueron Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera los órdenes mejor representados durante el ciclo anual, en ellos se agrupó el 81% del total de insectos capturados.

En cuanto a la distribución espacial que presentaron las 49 familias registradas en el área de estudio, y siguiendo el criterio de división porcentual propuesto por Núñez (1983), las familias que se capturaron en 1, 2 ó 3 estaciones de muestreo (0% al 25%) tuvieron una distribución local, aquellas que aparecieron en 4, 5 ó 6 localidades (25% al 50%) estuvieron parcialmente distribuidas, entre el 50% y el 75% se encontraron las familias que aparecieron en 7, 8 ó 9 estaciones presentando una amplia distribución, finalmente las familias que aparecieron en 10, 11 y 12 localidades (75% al 100%) presentaron una distribución muy amplia.

De acuerdo a lo anterior las familias: Chironomidae, Belostomatidae y Baetidae estuvieron muy ampliamente distribuidas. Tricorythidae, Corixidae, Gomphidae, Elmidae, Hydrophilidae, Calopterygidae, Veliidae y Coenagrionidae presentaron una distribución amplia; mientras que Hydropsychidae, Simuliidae, Dytiscidae, Leptophlebiidae, Staphylinidae, Corydalidae, Polycentropodidae y Empididae fueron familias parcialmente

distribuidas. Por último, un porcentaje elevado (61.22%) presentaron las familias que estuvieron localmente distribuidas y que fueron: Lepidostomatidae, Helicopsychidae, Notonectidae, Heptageniidae, Gyrinidae, Tabanidae, Aeschnidae, Pyralidae, Gerridae, Glossosomatidae, Muscidae, Libellulidae, Calamoceratidae, Nepidae, Rhyacophilidae, Naucoridae, Isotomidae, Hydroptilidae, Philopotamidae, Dryopidae, Syrphidae, Caenidae, Leptoceridae, Limnephilidae, Carabidae, Chrysomelidae, Hydraenidae, Saldidae, Stratiomyidae y Cordulegastridae (Fig. 1).

Por la amplia distribución que presentaron a lo largo del curso del río las familias Belostomatidae, Corixidae, Gomphidae, Hydrophilidae, Coenagrionidae y Dytiscidae es difícil relacionarlas con alguna característica físico-química en particular, debido a que fueron organismos que soportaron temperaturas desde los 17.00°C (Carapan) hasta los 23.33°C (El Capulín), amplios intervalos de pH, oxígeno disuelto, alcalinidad y dureza total. No obstante, aunque las condiciones en las que se presentaron fueron muy variadas, parece ser que la vegetación fue también el factor íntimamente relacionado con su distribución, ya que en el caso de las familias Belostomatidae y Corixidae la utilizan principalmente para asegurar sus huevecillos o como puntos de apoyo. En cuanto a la familia Corixidae, Usinger (1956) indica que muchas de sus especies se utilizan como indicadoras de condiciones locales aunque para estudios de calidad de agua se requiere que los ejemplares sean identificados cuando menos a nivel genérico ya que las diferentes especies pueden tener preferencia por un hábitat particular.

Por otro lado, según reportes de Eckblad (1978) y Margalef (1983) la mayor parte de las ninfas de las familias Coenagrionidae y Gomphidae trepan a las hojas o a los tallos de las plantas flotantes para colocar sus huevecillos.

Con respecto a los coleópteros, Bueno, *et. al.* (1981) los reportan como organismos que se ven favorecidos por la baja velocidad de corriente, sustrato lodoso, gran cantidad de sólidos en suspensión y adaptados para soportar una baja en la concentración de oxígeno disuelto. Las condiciones anteriores prevalecieron en la última zona del río (Ciénega de Chapala) y podrían considerarse factores que ayudaron en gran medida a la

distribución y abundancia de las familias: Dytiscidae, Hydrophilidae y Staphylinidae.

En cuanto a las familias restantes, resulto difícil definir sus intervalos de requerimientos ambientales debido a los valores reducidos de abundancia y a la distribución local que presentaron.

El patrón de comportamiento de los parámetros ecológicos (diversidad, equitatividad y riqueza) fue como sigue:

A lo largo de este estudio se observó que el patrón anual de comportamiento que mostró la diversidad (H') refleja en parte las diferencias hidrológicas que rigen en el área de estudio. En general, la mayor diversidad de familias se presentó en las primeras estaciones (Carapan-Las Limas) caracterizadas por bajos valores de temperatura, alcalinidad, dureza total y elevada saturación de oxígeno. Por el contrario, las localidades ubicadas en la zona baja del río salvo las estaciones La Estanzuela y Briseñas registraron los menores valores de este parámetro. Estos valores bajos se asociaron a cambios drásticos en las condiciones físico-químicas, a una reducida disponibilidad de sustrato y a cambios climáticos estacionales.

Considerando que los valores de diversidad en una comunidad basados en el índice de Shannon Wiener (H') toman en cuenta tanto a la riqueza (D) como a la equitatividad o igualdad (J'), puede decirse que la mayor diversidad en la parte alta del río está influenciada por una elevada riqueza de familias. De acuerdo a lo anterior, los valores elevados de este parámetro se atribuyeron a una mayor estabilidad ambiental, incremento en la diversidad de hábitats, así como a una mayor disponibilidad de alimento para la mayoría de los insectos acuáticos habitantes en estas localidades. Los valores de la riqueza se encontraron muy relacionados con el número de individuos.

Escobar (1984) reporta que la dominancia de una especie en una comunidad va asociada a bajos valores de diversidad. A través de un año de muestreo estos valores correspondieron a las estaciones: Arío de Rayón, Camucato, El Platanal y El Capulín; y pueden atribuirse a la dominancia en estas zonas de las familias Chironomidae, Tricorythidae y Corixidae. No obstante, el máximo valor de diversidad que se registró en La Estanzuela puede ser el

resultado de que existen pocas especies dominantes.

Finalmente es importante señalar que la distribución de la mayoría de los grupos de macroinvertebrados acuáticos se ve influenciada por varios factores como son: aspectos técnicos del muestreo, movilidad de los organismos producida por las mismas corrientes, hábitos alimenticios, disponibilidad de alimento y espacio, tipo de sustrato que es uno de los factores más importantes en la distribución de la entomofauna acuática según lo afirma Cummins (1962). Asimismo, la presencia de vegetación acuática y la velocidad de corriente son factores que deben de considerarse en los estudios ecológicos.

ANÁLISIS DE CUMULOS

La agrupación formada en el dendograma de la Fig. 3a, muestra por un lado la alta similitud que presentaron los parámetros ecológicos, lo que puede atribuirse a que la riqueza, equitatividad y diversidad son componentes comunitarios estrechamente relacionados entre sí. A lo largo del ciclo estudiado se observó la gran influencia que ejercieron el oxígeno disuelto, la temperatura del agua y el pH sobre los parámetros ecológicos. No obstante, del análisis de este agrupamiento se pudo deducir que fue la temperatura del agua el factor ambiental que mayor influencia ejerció sobre la estructura de la comunidad de insectos estudiada, sin dejar de mencionar la estrecha relación que guarda con el oxígeno disuelto, ya que si se observan las Figs. 4 y 5 los menores valores de oxígeno se presentaron cuando en el área de estudio la temperatura fue mayor. Por el contrario, el oxígeno mostró sus picos más altos cuando la temperatura presentó valores bajos.

En cuanto al análisis del dendograma de la Fig. 3b que muestra la similitud que existe entre las estaciones de muestreo en base a los valores de los parámetros ecológicos y físico-químicos, se pudieron reconocer grupos de localidades característicos a lo largo del ciclo anual.

El primer grupo se formó por las estaciones: Chilchota, Carapan, Las Limas, El Platanal, Etúcuaro y Santo Tomás que presentaron altos niveles de similitud, las estaciones Las Adjuntas

y Arío de Rayón se unieron también a este grupo, pero con un menor nivel de similitud. La asociación de las dos últimas localidades podría indicar en el Río Duero la existencia de un área particular, que puede relacionarse con alguna característica ambiental muy específica, esto debido a que tanto los valores de los parámetros físico-químicos como ecológicos de la estación No. 8 (Ario de Rayón) son muy diferentes a los reportados para la estación No. 5 (Las Adjuntas) cuyos valores estarían más relacionados con las primeras estaciones de muestreo.

La asociación de las primeras localidades, se caracterizó por presentar valores elevados de abundancia en la composición faunística, el sustrato esencialmente rocoso y la vegetación circundante propiciaron en esta zona mayor diversidad y riqueza de familias. Las condiciones físico-químicas mostraron valores reducidos de temperatura, alcalinidad y dureza total, mayores valores de saturación de oxígeno, profundidades someras, mayor velocidad de corriente y poca anchura.

El segundo grupo lo formaron las estaciones: La Estanzuela, Camucuató y El Capulín (que se ubican en la Ciénega de Chapala). La asociación anterior caracterizó a un hábitat con mayores profundidades, sustrato lodoso, baja abundancia faunística, mayores valores de temperatura, alcalinidad y dureza total, y con mayores descargas municipales y agrícolas.

Finalmente cabe señalar que la estación No. 12 (Briseñas) correspondiente a la última localidad de muestreo, se comportó durante todo el año como una estación aislada, unida a los dos grupos anteriores con el más bajo nivel de similitud.

La asociación que presentaron las últimas estaciones del río (La Estanzuela - El Capulín) y el aislamiento de la estación No. 12 coincidió con lo reportado por Vázquez, *et. al.* (1986) quienes señalaron que Briseñas se aísla de los grupos de localidades anteriormente descritos como resultado de la influencia de las condiciones físico-químicas del Lago de Chapala dada su gran cercanía. En el presente trabajo esto se atribuyó también a que es una zona que está recibiendo constantemente los aportes de toda la cuenca desde su nacimiento en la zona de manantiales hasta su paso por los Valles de Tangancicuaro, Zamora y Ciénega de Chapala.

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

Los promedios de la temperatura del agua en el Río Duero muestran la existencia de una época caliente en los meses de mayo y agosto, y una época fría correspondiente a los meses de noviembre y febrero.

Por estaciones de colecta, se observó que a través de un ciclo anual los valores promedio más bajos de la temperatura del agua se presentaron en las localidades de Carapan, Santo Tomás y Las Adjuntas, lo anterior puede atribuirse a que las dos primeras se localizan en la parte más elevada de la cuenca en donde el subtipo climático que se presenta es el más frío. Por otra parte, son estaciones que se encuentran recibiendo durante todo el año afluentes de numerosos manantiales de agua fría principalmente en la Cañada de los Once Pueblos por ser esta la zona en donde se origina el río. Con respecto a los bajos valores reportados en la estación Las Adjuntas éstos pueden atribuirse a la afluencia de agua proveniente de los ríos Camecuaro y Tlazazalca.

A medida que se desciende en el curso del río, principalmente al final del Valle del Zamora y en la Ciénega de Chapala la temperatura del agua se incrementa, lo que puede deberse a que son estaciones que se localizan por debajo de los 1600 m.s.n.m. y según reportes de García (1973) el subtipo climático que se presenta en esta zona es el menos frío.

Con respecto al oxígeno disuelto éste presentó en el mes de agosto el promedio más bajo (5.09 mg/l) debido tal vez a la alta temperatura (21.68 °C) que se registró en este mes. En febrero se observó lo contrario, es decir, la concentración de oxígeno disuelto presentó el valor promedio más alto (6.11 mg/l) en tanto que la temperatura disminuyó considerablemente llegando a presentar el mínimo valor (17.24 °C). Los resultados anteriores pueden evidenciar la relación que presentaron estos dos parámetros durante el ciclo anual estudiado.

Los promedios anuales para el oxígeno disuelto a diferencia de la temperatura del agua fueron altos en las primeras estaciones de muestreo, lo cual puede atribuirse a que la velocidad de corriente

en la parte alta del río es mucho mayor, y provoca un proceso de aereación más efectivo. Al analizar los resultados de este parámetro se pueden marcar dentro del río zonas de aguas limpias en las primeras estaciones (Carapan - Las Limas) ya que a partir de la estación No. 8 (Ario de Rayón) y hasta el final del cauce del río el oxígeno disuelto es utilizado principalmente en los procesos de descomposición de la materia orgánica, proveniente de los poblados de Ario de Rayón, La Estanzuela, la Ciudad de Zamora y Jacona.

La ligera recuperación en la concentración de oxígeno disuelto que se observó en las estaciones El Capullín y Briseñas posiblemente se deba al aporte continuo de agua que el Río Duero está recibiendo de las estaciones de bombeo cercanas a estas zonas.

En forma general, el porcentaje de saturación de oxígeno tuvo el mismo patrón de comportamiento que el oxígeno disuelto, observándose los promedios más altos en la zona en donde se origina el río. La disminución en el porcentaje de saturación en las estaciones Ario de Rayón y La Estanzuela puede atribuirse nuevamente a las descargas municipales y agrícolas de los poblados cercanos, lo que coincide con los valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) reportados para 1985 en donde se observó que a partir de la estación No. 7 (Las Limas) y hasta el final del curso del río la cantidad de materia orgánica aumenta.

Analizando los resultados del porcentaje de saturación junto con los del oxígeno disuelto se puede asegurar que en Ario de Rayón y La Estanzuela se lleva a cabo una continua descomposición de la materia orgánica, con una ligera recuperación en las últimas estaciones de muestreo.

Los promedios anuales del potencial de hidrógeno que se reportan, se encuentran dentro de los límites permisibles de la "Legislación Relativa al Agua y su Contaminación", para aguas de uso recreativo, industrial y para conservación de la flora y la fauna (6.0 - 9.0), S.A.R.H. (1975).

Los valores del pH tienden ligeramente hacia la alcalinidad, debido principalmente a las condiciones edáficas de las zonas geológicas por donde atraviesa el río. La media anual para este parámetro se mantuvo alrededor de 7.43.

Siguiendo la clasificación propuesta por Babbitt (1955) se

observa que en la mayoría de las estaciones de muestreo el agua del Río Duero puede clasificarse como ligeramente dura, excepto en las estaciones Etúcuaro y Briseñas en donde ésta es blanda y moderadamente dura respectivamente.

El que se hayan presentado los mayores valores para la alcalinidad total en las últimas estaciones del río (La Estanzuela, Camucuat, El Capulín y Briseñas) puede deberse probablemente a que además del carbonato presente en esta zona existen sulfatos, cloruros y nitritos. Vázquez *et. al.*, 1986 indican que la mayor fuente de $N-NH_3$ para el Río Duero proviene de los fertilizantes que son utilizados para la preparación de las tierras de cultivo, que se localizan principalmente en el Valle de Zamora y Ciénega de Chapala.

MÉTODOS BIOLÓGICOS

Dado que el agua es necesaria para la vida, es importante preservar su calidad detectando las fuentes de contaminación y determinando su incidencia sobre el medio receptor.

Indudablemente en la actualidad el uso de los bioindicadores para evaluar la calidad del agua ha tenido gran éxito, debido a que los cambios en la composición de las poblaciones acuáticas revelan en forma continua las alteraciones causadas en el ecosistema. Es importante señalar que el estudio de las correlaciones entre datos biológicos y parámetros físico-químicos permitiría precisar de manera más objetiva la sensibilidad de las distintas especies ante el deterioro ambiental.

Por otra parte, la adopción de los diferentes índices de contaminación simplificaría la información y podría ofrecer buenas alternativas para el manejo ambiental. No obstante, para desarrollar un método biológico y llegar a establecer un índice biótico es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La determinación taxonómica de los organismos indicadores debe de realizarse a nivel genérico y hasta donde sea posible a nivel específico, ya que en relación a las

tolerancias de contaminación algunos géneros pueden designarse como tolerantes, mientras que en otras ocasiones organismos pertenecientes al mismo género se clasifican como intolerantes o facultativos.

- b) Los estudios de las especies indicadoras deben de enfocarse a las diferentes fases de desarrollo (larvas, ninfas, juveniles, adultos, etc.) ya que se ha reportado que en algunos organismos estuarinos las fases larvarias y juveniles presentan mayor sensibilidad a los contaminantes.
- c) Se deben de realizar más estudios para conocer los requerimientos medioambientales y los límites de tolerancia de los organismos indicadores, con la finalidad de lograr resultados más confiables en la aplicación de los índices.
- d) Dado que los diferentes índices biológicos que se han propuesto no pueden ser aplicados universalmente, se recomienda estandarizar los métodos de muestreo para lograr mayor eficiencia.
- e) Debido a que las actividades humanas e industriales perturban la naturaleza de los sistemas acuáticos, es necesario evaluar los diferentes tipos de contaminación y no sólo la contaminación orgánica.

Finalmente, a pesar de las dificultades que presentan los métodos biológicos en su aplicación, se han podido realizar importantes estimaciones en la calidad de las aguas corrientes. Los macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la contaminación han sido ampliamente aceptados en el monitoreo de los ríos, debido a las diferencias de sensibilidad que presentan estos organismos.

9.0. CONCLUSIONES

- 1) De las 19 familias de insectos acuáticos colectadas en la cuenca del Rio Duero, los dípteros de la familia Chironomidae y los efemerópteros de la familia Tricorythidae presentaron la mayor abundancia numérica aportando el 55% del total, les siguieron las familias Hydropsychidae (Trichoptera) con el 6.66%, Baetidae (Ephemeroptera) con el 6.36%, Leptophlebiidae (Ephemeroptera) con el 6.14%, Corixidae (Hemiptera) con el 3.19%, Isotomidae (Collembola) con el 2.77% y finalmente Veliidae (Hemiptera) y Elmidae (Coleoptera) con el 2.49%.
- 2) A lo largo del ciclo anual los órdenes mejor representados fueron Diptera, Ephemeroptera y Trichoptera agrupando al 81% del total colectado.
- 3) Las familias Belostomatidae, Corixidae, Gomphidae, Hydrophilidae, Coenagrionidae y Dytiscidae presentaron una amplia distribución, por lo que resulto difícil relacionarlas con alguna característica en particular.
- 4) Los patrones de distribución y abundancia que presentaron las familias de insectos acuáticos en el área de estudio se encuentran directamente asociados a la dinámica ambiental, por lo que varían de manera considerable dependiendo de los factores ambientales, biológicos y ecológicos. A lo largo del ciclo estudiado las diferencias numéricas tanto de distribución como de abundancia estuvieron en función de la naturaleza del sustrato, presencia de vegetación acuática, velocidad de corriente, profundidad y a las fluctuaciones hidrológicas registradas en las diferentes zonas.

- 5) El análisis cuantitativo de la abundancia y de los parámetros ecológicos y medioambientales, permitió reconocer a lo largo del cauce del río dos zonas bien definidas. Una de ellas comprendió a las primeras localidades de muestreo (Carapan - Las Limas) y se caracterizó por presentar profundidades someras, mayor velocidad de corriente y poca anchura. Se registraron valores elevados de abundancia y diversidad en la composición faunística. Hidrológicamente presentó bajos valores de temperatura, alcalinidad y dureza total, mientras que el oxígeno disuelto registro sus mayores valores de saturación. La fauna estuvo representada principalmente por tres grupos de organismos: efemerópteros (Baetidae, Leptophlebiidae y Tricorythidae), tricopteros (Hydropsychidae, Helicopsychidae, Lepidostomatidae y Polycentropodidae) y larvas de dípteros (Chironomidae y Simuliidae). Tomando en cuenta los grupos de organismos anteriores, se puede inferir que las aguas en esta zona son de buena calidad. La otra zona incluyó a las estaciones restantes (Año de Rayón - Briseñas), en donde se registro una reducida abundancia faunística y en algunas localidades los más bajos valores de diversidad. La concentración de oxígeno se redujo notablemente, mientras que los demás parámetros físico-químicos (temperatura, alcalinidad y dureza total) registraron sus máximos valores. Los bajos valores en la saturación de oxígeno, se atribuyeron principalmente a los procesos de descomposición de la materia orgánica que tienen lugar al final del Valle de Zamora y en la Ciénega de Chapala, así como también a la gran cantidad de descargas municipales y agrícolas que existen en esta zona. La fauna fue escasa, pero predominaron principalmente algunas familias de los órdenes Hemiptera (Belostomatidae y Corixidae), Coleoptera (Dytiscidae, Hydrophilidae y Staphylinidae) y Diptera (Chironomidae). La profundidad fue mayor y el sustrato esencialmente lodoso.
- 6) El análisis "cluster" confirmó el agrupamiento de las localidades anteriores, y reveló que dentro de los

parámetros físico-químicos fueron la temperatura del agua y el oxígeno disuelto los que mayor influencia ejercieron sobre la distribución y abundancia de la comunidad de insectos estudiada.

- 7) Los valores elevados de abundancia, diversidad y riqueza de familias observados en la primera zona del río, se asociaron a una mayor estabilidad en el ambiente, incremento en la diversidad de hábitats y a una mayor disponibilidad de alimento. En cambio, los valores pobres de estos parámetros se atribuyeron a condiciones no idóneas para el desarrollo de la entomofauna acuática.
- 8) A pesar de que en las últimas estaciones de muestreo se registran condiciones drásticas en los parámetros físico-químicos, originadas principalmente por las descargas de los poblados cercanos a esta zona, las aguas del Río Duero alcanzan una ligera recuperación en las tres últimas localidades (Camucuat, El Capulín y Briseñas) por lo que se puede afirmar que hasta el momento las aguas del río no han alcanzado una contaminación severa.
- 9) Los métodos biológicos son una buena aproximación para evaluar la calidad del agua, sin embargo, el desarrollo de los diferentes índices bióticos deben de ser adaptados a especies mexicanas. Se recomienda que la determinación taxonómica de los organismos indicadores se realice a nivel genérico y hasta donde sea posible a nivel específico.

10.0. LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, J., 1964. Ictiología Michoacana IV. Contribución al conocimiento biológico y sistemático de las lampreas de Jacona. Mich. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. México. 13(1-4): 107-144.
- ALVAREZ, J. y M.T. CORTEZ, 1962. Ictiología Michoacana I. Claves y Catálogo de las especies conocidas. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. México. 11(1-4): 85-142.
- A.P.H.A., 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Joint Edit. Board. 1151 pp.
- BABBITT, H.E., J. DOLAND Y J.L. CLEASBY, 1955. Water Supply Engineering. McGraw-Hill Book Company. U.S.A. 672 pp.
- BARTSCH, A.F., and W.M. INGRAM, 1936. Biological analysis of water pollution in North America. Verh. Internat. Verein. Limnol., 16, 786-800.
- BEAK, T.W., 1965. A biotic index of polluted streams and its relationship to fisheries. Adv. Wat. Pollut., 1, 191-210.
- BECK, W.M., 1955. Suggested method for reporting biotic data. Sewage Ind. Wastes. Vol. 27, 1193-1197.
- BROWER, E.J. and J.H. ZAR, 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque Iowa. 154 pp.
- BUENO, S.J. y C.M. MAYAUDON, 1975. Algunos Insectos Acuáticos de la Presa de Valle de Bravo. Rev. Soc. Mex. His. Nat. Tomo XXXVI, México: 351-363.
- BUENO, S.J., J. LOPEZ y C.M. MAYAUDON, 1981. Consideraciones Preliminares sobre la Ecología de los Insectos Acuáticos del Río Lerma. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 8(1): 175-182.
- CHENG, L., 1976. Marine Insects. American Elsevier Publ. Co., New York. 581 pp.

- CHUTTER, F.M., 1972. An Empirical Biotic Index of the Quality of Water in South African Streams and Rivers. *Water Research*. Vol. 6, 19-30.
- CORREA, P.G., 1974. Geografía del Estado de Michoacán. Física, Humana y Económica. Gobierno del Estado, Morelia, Mich. 453 pp.
- CRISCI, V.J. y M.F.A. LOPEZ, 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. *Sria. Geol. de la O.E.A. Prog. Reg. de Des. Cient. y Tecnol.* Washington, D.C. 132 pp.
- CUMMINS, K.V., 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *Amer. Midl. Naturalist*, 67(2): 477-504.
- DELGADO, H.J., M. GUZMAN y M.L. HERNANDEZ, 1987. Distribución de los camaridos (*Procambarus* y *Cambarellus*) en el Río Duero, Mich. *In: Mem. IX Congreso Nacional de Zoología*. Villahermosa, Tab. Octubre 13-16.
- ECKBALD, W.J., 1978. *Laboratory Manual of Aquatic Biology*. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa. 231 pp.
- EDMONSON, W.T., 1959. *Freshwater Biology*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1248 pp.
- ESCOBAR, B.E.G., 1984. Comunidades de Macroinvertebrados Bentónicos en Laguna de Términos, Campeche: Composición y Estructura. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. México. 191 pp.
- GARCIA, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). *Inst. de Geografía*. Univ. Nat. Autón. México. 246 pp.
- GONZALEZ, G. y B. CHAPIRO, 1987. Organismos Indicadores de la Calidad del agua. *In: Mem. Curso de Impacto Ambiental*. Instituto Mexicano del Petróleo (Aud. Bruno Mazcanzoni). México, D.F. Septiembre 23-30.
- GOODNIGHT, C.J., 1973. The use of aquatic macroinvertebrates as indicators of stream pollution. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 1-13.
- HART, C.V. and S. FULLER, 1974. *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York and London. 389 pp.

- HUGHES, B.D., 1978. The influence of factors other than pollution on the value of Shannon's diversity index for benthic macroinvertebrates in streams. *Water Research*. Vol. 12. 359-364.
- KING, D.R., 1987. Evaluación del Proceso de Purificación Biológica del Río Duero, en el Valle de Zamora Michoacan, Mexico. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 52 pp.
- LEDESMA, A.C., 1987. Estudio Ictiológico del Río Duero, Mich. Tesis Prof. Fac. Cienc. Biol. Univ. Autón. Nvo. Leon. Monterrey. N.L. 109 pp.
- LEHMKUHL, M.D., 1979. How to Know the Aquatic Insects. University of Saskatchewan. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 168 pp.
- LOPEZ, E.S., 1988. Ecología y Biología de *Goodea atripinnis* (Pisces: Goodeidae) en el Río Duero, Mich. Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ. Nac. Autón. México. 70 pp.
- LOPEZ, H.M. y M. GUZMAN, 1987. Composición biótica y abiótica del Río Duero, Mich. In: Mem. IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tab. Octubre 13-16.
- LLOYD, M., and R.J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *J. Anim. Ecol.* 33: 217-225.
- MACKENTHUN, K.M., 1969. The practice of water pollution biology. FWPCA. Washington, D. C. 281 pp.
- MARGALEF, R., 1969. Perspectives in Ecological Theory. The University of Chicago Press. Chicago. 111 pp.
- , 1974. *Ecología*. Editorial Omega. Barcelona.
- , 1983. *Limnología*. Editorial Omega. Barcelona. 1010.
- McCAFFERTY, W.P., 1981. *Aquatic Entomology*. Science Book International. Boston, Massachusetts. 448 pp.
- MERRIT, R.W. y K.W. CUMMINS, 1978. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. 441 pp.
- MOZLEY, S.C. & W.P. ALLEY, 1973. Distribution of Benthic Invertebrates in the South of Lake Michigan. Proceedings 16 th. Conference Great Lakes Research. Intl. Assn. Great Lakes Res. Shelbourne, Ont. 87-96.

- MYSLINSKI, E. and V. GINSBURG, 1977. Macroinvertebrates as Indicators of Pollution. *J. Am. Wat. Wks. Ass.* 69: 539-544.
- NUNEZ, F.M.C., 1983. Estudio Ictiológico de la Laguna de Cuvtlan, Colima, México. Características Ambientales y Poblacionales. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Auton. Mexico. 241 pp.
- OLIVA, G.I., M. GUZMAN y M.L. HERNANDEZ, 1987. Macrobentos del Rio Duero, Mich.: Abundancia y Distribucion. *In: Mem. IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tab. Octubre 13-16.*
- PENNAK, R.W., 1978. Freshwater Invertebrates of the United States. Wiley-Interscience. New York. 803 pp.
- PERSOONE, G. and N. DE PAUW, 1979. Systems of Biological Indicators for Water Quality Assessment. *In: Ravera, O. (Ed.). Biological Aspects of Freshwater Pollution. Commission of the European Communities. Oxford. 39-75.*
- PIELOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13: 131-144.
- ROBACK, S.S., 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). *In: Hart, C.W. & S.L.H. Fuller (Eds.). Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates. Academic Press. New York and London. 313-376.*
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, 1972. Estudio Geohidrológico de Evaluación y Censo en el Estado de Michoacán.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, 1975. Legislación Relativa al Agua y su Contaminación. Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de Protección y Ordenación Ecológica. México. 143 pp.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, 1977. Estudio Geográfico de Evaluación y Censo en el Estado de Michoacán. Dir. Gral. de Irrigación y Control de Riego. México.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Inst. Nat. de Estadística, Geografía e Informática. México.
- SHANNON, E.C. y W. WIENER, 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press. Urbana. 119 pp.
- SLADECEK, V., 1973. System of Water Quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih.* 7 (1-4): 1-218.

- SNEATH, P.H.A. y R.R. SOKAL, 1973. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman. San Francisco, Ca. 573 pp.
- SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF, 1962. The Comparison of Dendrograms by Objective Methods, Taxon. Vol. 11, 33.
- TUFFERY, G., 1979. Incidencias ecológicas de la polución de las aguas corrientes. Reveladores biológicos de la polución. In: Pesson, P (Ed.), La Contaminación de las Aguas Continentales. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 213-255.
- USINGER, R.L., 1956. Aquatic Insects of California (with keys to North American Genera and California Species). Univ. of Calif. Press, Berkeley, The Angeles. 508 pp.
- VAZQUEZ, G.F., R. KING, J. AGUILAR y R.D. ARENAL, 1984. Evaluación del Proceso de Autopurificación Química y Biológica del Río Duero. In: Mem. IV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Morelia, Mich. Octubre 18-20.
- VAZQUEZ, G.F., R. KING, M. OUZMAN y A.P. VAZQUEZ, 1985. Evaluación del Impacto Ambiental en el Río Duero, Zamora, Mich. In: Mem. III Curso y Simposio Internacional sobre Biología de la Contaminación. México, D.F. Agosto 5-9.
- VAZQUEZ, G.F., R. KING, E. GIL y H.A. VALDES, 1986. Evaluación del Proceso de Autopurificación Química y Biológica del Río Duero. Parte II. In: Mem. V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Puebla, Pue. Octubre 15-18.
- VAZQUEZ, G.F. y R. KING, 1986. Evaluación del Impacto Ambiental en el Río Duero, Mich, mediante la salinidad. Analisis de Iones Mayores. In: Mem. IV Curso y Simposio Internacional sobre Biología de la Contaminación. México, D.F. Agosto 4-8.
- VERNEAUX, J et G. TUFFERY, 1967. Une methode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices biotiques. Annals scient. Univ. Besancon. Zoologie. 3, 79-90.
- WASHINGTON, H.O., 1984. Diversity, Biotic and Similarity Indices. Water Research. 18(6): 653-694.
- WELCH, S.P., 1952. Limnology. McGraw-Hill Book Company. New York. 538 pp.
- WOODIWISS, F.S., 1964. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. Chemistry Industry. 14, 443-447.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA