



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

T E S I S

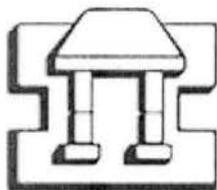
**"Contribución al conocimiento de la comunidad de los ordenes
Anomopoda y Ctenopoda de la cuenca baja del río
Coatzacoalcos"**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGA

PRESENTA:

NOHEMI DIMAS FLORES

DIRECTORA: BIOL. LUCIA SALAZAR CORIA



ESTADO DE MEXICO, 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.



U.N.A.M. CAMPUS

*Dedico este trabajo
a la Muerte, que ha
caminado paso a
paso conmigo y para
aquellos que me
aman y confiaron
siempre en mi.*

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Mexicano del Petróleo por el apoyo otorgado para la realización de esta tesis.

Agradezco a la Biol Lucia Salazar Coria por la dirección de este trabajo, por su infinita ayuda, su amistad sincera y lo mucho que me ha enseñado como persona.

A la M en C Magdalena Díaz Argüero y al Biol. Marco Tenorio Torres por su apoyo incondicional y demostrarme que aún hay personas buenas en este México.

A la M. en C Carmen González Macías por el apoyo e interés mostrado en este trabajo. Al Biol. Victor M. García Vázquez, responsable del proyecto “Evaluación del impacto ambiental en el río Coatzacoalcos debido a la influencia de la Refinería Minatitlán Veracruz”, por facilitar los datos necesarios para concluir esta tesis.

Al la Biól Margarita Vargas Sandoval Responsable del Laboratorio de Acarología “Isabel Basools” de la ENCB del IPN, y al Ing. Bernabé Rojas del IMP, por su apoyo y ayuda en la elaboración de los dibujos realizados.

Al Dr. Manuel Elías por su paciencia en mi aprendizaje del microscópico mundo de los cladóceros. Al Dr. Alfonso Lugo porque sin deberla me ayudo para terminar este trabajo.

Es difícil enumerar a todas las personas que contribuyeron directamente con este trabajo, y aun más difícil a los que de manera indirecta participaron: desde los que hicieron observaciones geniales al proyecto o al texto, como a los que soportaron conmigo este largo camino. Por eso es difícil citarlos a todos. Por lo cual me abstengo de dar nombres, solo sepan que agradezco infinitamente su presencia en mi vida. En especial a mis amigos que saben que su nombre esta en mi mente.

INDICE

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABLAS	II
LISTA DE LAMINAS	III
RESUMEN	1
SUMMARY	1'
I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVO GENERAL	4
. Objetivos particulares	4
III. ANTECEDENTES	5
. Estudios Taxonómicos	5
. Estudios ecológicos	6
. Estudios de contaminación en el río Coatzacoalcos.	8
IV. ÁREA DE ESTUDIO	10
V. MÉTODO	12
. Trabajo en campo	13
. Trabajo de laboratorio.	14
. Análisis Biológico	16
. Parámetros poblacionales.	16
. Evaluación de la calidad del agua.	18
. Relación de especies con variables físicas, químicas y contaminantes	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
. Analisis específico	22
. Estructura ecológica de los ordenes Anomopoda y Ctenopoda	26
. Abundancia y Frecuencia específica	26
. Analisis bidimensional tipo Olmstead-Tukey e Indice de Valor de Importancia	30
. Riqueza y Densidad	32
. Diversidad	35
. Equitatividad y Dominancia	37
. Analisis de características físicas, químicas y contaminantes del agua.	40
. Salinidad	40
. Sólidos disueltos	42
. Temperatura.	43
. Oxígeno disuelto	44
. pH	45
. Alcalinidad total	46
. Turbiedad	48
. Nutrientes	49
. Nitratos	49
. Nitrógeno amoniacal	51

. Ortofosfatos	52
. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	54
. Hidrocarburos	55
. Material Orgánico Extraíble	57
. Índice de Calidad del Agua	58
. Índice de Calidad del Agua e Índice de Diversidad	61
. Relación de especies con variables físicas, químicas y contaminantes	63
. Componentes principales	63
VII. CONCLUSIONES	67
REFERENCIAS	69
ANEXO I. Distribución y hábitos de las especies de cladóceros	76
ANEXO II. Descripción detallada de especies con relevancia	77
ANEXO III. Parámetros Fisicoquímicos	101
ANEXO IV. Componentes principales	102

RESUMEN

Los ordenes Anomopoda y Ctenopoda de la cuenca baja del río Coatzacoalcos, Ver, se analizaron en las temporadas extremas de secas y lluvias en 1997, registrando un total de 41 especies, 38 del orden Anomopoda y 3 del Ctenopoda, siendo este el listado de especies mas extenso conocido para un río tropical. Se registran 5 nuevos registros para México (*Alonella dadayi*, *Alona cf. quadrangularis*, *A. karelica*, *Oxyurella ciliata*, y *Bryospilus repens*), y se confirma la presencia de *Kurzia longirostris* y *Alona cf. pseudoverrucosa* en el país.

Se observó una variación temporal de los parámetros ecológicos poblacionales, observando influencia negativa río abajo (al disminuir la densidad absoluta de las poblaciones), determinada principalmente por las características lólicas del sistema y sus variaciones estacionales, favoreciendo la presencia de especies con hábitos litorales y bénticos.

Las características ambientales mostraron una variación estacional, con cambios en la calidad del agua y la diversidad, mostrándose una asociación con aguas con contaminación alta a contaminación moderada río arriba durante la temporada seca, y un comportamiento más homogéneo en lluvias con contaminación moderada. El Índice de Calidad del Agua para la protección de la vida acuática prevaeciente en el río, se clasificó como aceptable para todo organismo en la mayoría de las estaciones.

El Analisis de Componentes Principales para ambas temporadas, permitió determinar a los Sólidos Totales Disueltos y a la Demanda Química de Oxígeno como componentes principales agrupando estaciones geográficamente cercanas con características ambientales semejantes, asociadas a sus afluentes. La asociación de las especies no fue significativa para considerarlas como indicativas de ciertas condiciones.

SUMMARY

Community of both Anomopoda and Ctenopoda orders in the low basin of the Coatzacoalcos, Ver., river, were analyzed in the dry and rains 1997. In total 41 species were registered: 38 of the order Anomopoda and 3 of Ctenopoda. This is the largest list of species for a tropical river. Five species are new records to Mexico (*Alonella dadayi*, *Alona cf. quadrangularis* A. *karelica*, *Oxyurella ciliata*, and *Bryospilus repens*). This study also confirms the presence of *Kurzia longirostris* and *Alona cf. pseudoverrucosa* in Mexican water bodies.

The temporary variation in the ecological parameter populations was observed exhibiting negative influence downstream (when diminishing the absolute density of the populations), which was mainly determined by lotic characteristics of the system and its seasonal variations, favoring the presence of strange species with bentic and littoral habits.

The environmental characteristics showed a seasonal variation, with changes in the water quality and the diversity of the community. An association during the dry season the waters were highly to moderately polluted as compared to the rain season. The Index of Water Quality for protection to aquatic life prevalent in the river, was classified as acceptable for all organisms in most of the stations.

The Principal Components for both seasons, allowed to determine to Total Dissolved Solid and Chemical Oxygen Demand as the main components assembling stations geographically near with similar environmental characteristics, associated to tributaries. The species association was not significant enough to consider them as indicatives of particular conditions.

I. INTRODUCCIÓN

De muchas maneras ha quedado demostrado el valor de los cuerpos de agua en el desarrollo económico y social de las poblaciones humanas. Los ríos por ejemplo, son la fuente principal de agua potable para éstas y para las comunidades animales y vegetales que habitan en los alrededores.

A pesar de su importancia, el conocimiento de los cuerpos de agua continentales en México aún es limitado, en particular sobre la composición de la comunidad zooplanctónica de los sistemas fluviales tropicales y de su relación con el medio ambiente que habita (Bozada & Páez, 1986; Suárez & Elías, 1992).

Los llamados cladóceros (Anomopoda y Ctenopoda), son uno de los cuatro grupos más importantes del zooplancton dulceacuícola (Margalef, 1993), y a pesar de esto, han sido poco estudiados en México, donde se han registrado alrededor de 121 especies (Elías, *et al.*, 2001). Bajo la premisa que éste país se encuentra en la zona de transición de las zonas neártica y neotropical, y que en ellas se han identificado casi las mismas especies que en México, se podría esperar que el número conocido de especies aumente, coincidiendo con especies sureñas y/o norteñas. Por lo tanto, aún falta mucho por conocer sobre la diversidad de estos organismos en México y en particular en el estado de Veracruz.

Aunado a la falta de estudios, los reportes de la presencia de algunos taxa en nuestro país, dista de ser real, ya que muchos trabajos no presentan descripciones taxonómicas ni material depositado en alguna colección que permita corroborar su identificación. Por otra parte, se pueden encontrar enlistados organismos de otras latitudes, que difícilmente podrían encontrarse en México (Villalobos, *et al.*, 1993; Elías *et al.*, 1997) y pertenecen seguramente a algún grupo de especies que no han sido adecuadamente clasificadas, debido a su similitud morfológica.

Al reconocer correctamente las especies presentes en un cuerpo de agua, se tiene la base para realizar estudios que busquen identificar la estructura de una comunidad o grupo taxonómico, que a su vez, puedan ser utilizados en estudios ambientales (Washington, 1984; Krebs, 1989).

Las características que definen a una comunidad o asociación de especies, se relacionan directamente con la estabilidad de ésta en el sistema. Para poder determinar la estructura de la comunidad o grupo en estudio, se han introducido medidas cuantitativas entre las que se encuentran riqueza específica, densidad, equitatividad y diversidad. En particular, los índices de diversidad han sido los más utilizados y considerados como los mejores indicadores teniendo gran significado en

los sistemas biológicos, y han sido relacionados sobre todo con la contaminación o estrés en los sistemas acuáticos (Washington, 1984).

Junto con algunos integrantes del zooplancton, los Anomopoda y Ctenopoda tienen un valor potencial como agentes indicadores de la calidad y naturaleza trófica del agua. Estos organismos responden fácilmente a los cambios que sufre el medio ambiente por estar sujetos a la influencia de las variables físicas y químicas de su medio, a las condiciones tróficas, a la profundidad y a la presencia de agentes contaminantes (Gannon & Stemberger, 1978; Alonso, 1991).

La contaminación de los cuerpos de agua en nuestro país ha sido muy acelerada, sobre todo en los últimos años. En particular, el río Coatzacoalcos es un sistema susceptible a factores de contaminación y degradación, por ser el principal receptor de aguas residuales y desechos industriales que se producen en el área de Minatitlán, Cosoleacaque, Nanchital y Coatzacoalcos (Bozada & Páez, 1986), además de encontrarse afectado por la cercanía de complejos petrolíferos que realizan actividades de procesamiento y transporte de los hidrocarburos y sus derivados (Toledo, *et al.*, 1988).

Debido a la importancia del río Coatzacoalcos como abastecedor de agua, y considerando el impacto ambiental al cual ha sido sometido, se consideró, realizar un estudio, donde se analizara la relación de factores contaminantes, físicos, y químicos del agua con los parámetros ecológicos de los Ordenes Anomopoda y Ctenopoda, debido a su valor potencial como agentes indicadores de la calidad y naturaleza trófica del agua.

Con base en lo anterior, se proponen los siguientes objetivos:

II. OBJETIVO GENERAL

Conocer la estructura de las poblaciones de los ordenes Anomopoda y Ctenopoda presentes, durante las temporadas de lluvia y secas en la cuenca baja del río Coatzacoalcos.

Objetivos particulares

- Identificar a nivel específico a los organismos que componen los ordenes Anomopoda y Ctenopoda.
- Reconocer y describir la estructura ecológica de los ordenes de cladóceros antes mencionados.
- Evaluar la distribución espacial de las poblaciones y confrontarla con las características físicas, químicas y contaminantes del agua.
- Estimar la calidad del agua con la clasificación obtenida para el índice de diversidad de Shannon y Wiener y compararla con la clasificación de la calidad del agua (ICA) determinada por la Comisión Nacional del Agua para la zona.

III. ANTECEDENTES

Estudios Taxonómicos

Los estudios relacionados con la descripción, ecología y uso de las especies de cladóceros presentes en los cuerpos de agua dulce en México, datan de principio de siglo, sin embargo, no existe continuidad en estos, y se ha intensificado su estudio solo hasta las dos últimas décadas.

Algunos de los trabajos realizados sobre éste grupo son los siguientes:

Localidad	No. de especies identificadas en México	Fuente
3 localidades en la ciudad de México.	14	Juday, 1915
Algunos cenotes en la península de Yucatán.	10	Wilson, 1936
Lago de Pátzcuaro en Michoacán.	4	Uéno, 1939
Lago de Pátzcuaro en Michoacán.	9	Rioja, 1940
Lago San Felipe Xochiltepec, Puebla.	7	Rioja, 1942
Valles, San Luis Potosí	2	Osorio-Tafall, 1943
10 localidades en diferentes áreas.	7	Brethem, 1955
6 localidades en el sudeste de México.	25	Van de Velde <i>et al.</i> , 1978
Presa Abelardo Rodríguez.	3	Mejía, 1982
Presa Valle de Bravo en el Edo. México.	5	Chávez, 1986
Lago de Catemaco, Ver.	2	Suárez <i>et al.</i> , 1986
Lago de Pátzcuaro, Michoacán.	6	Chacón <i>et al.</i> , 1991
Reserva de Sian Kaan, Q. Roo.	12	Suárez & Elías, 1992
J. A. Álzate Dam, México	6	Suárez-M. <i>et al.</i> , 1993
13 Reservorios en el estado de México	28	Elías-G., 1995
17 Localidades en el Norte de México.	26	Rodríguez; Leíja-T., 1995
Varias localidades en los estados de México y Aguascalientes	1	Ciros & Elías, 1996
10 Localidades en el estado de México	16	Ciros & Elías, 1996
19 Reservorios y charcos en el estado de Aguascalientes	31	Dodson & Silva-Briano, 1996
18 cuerpos de agua naturales y artificiales.	25	Elías, G., Ciros, P., Gutiérrez, G., & Cervantes, M. (1997)

(Tomado de Elías, 1996; Elías *et al.*, 1997)

Tabla 1. Resumen de estudios taxonómicos sobre cladóceros realizados en diferentes sistemas acuáticos en México.

Los trabajos más recientes publicados son los de:

- Ciro & Elías (1997a), registraron la nueva especie *Macrothrix smirnovi*.
- Ciro & Elías (1997b), describieron el género y especie *Spinalona anophthalma*, en la provincia neovolcanense mexicana.
- Elías. *et al.*, (1999) realizaron una lista de los Anomopoda y Ctenopoda de México donde se reconocen un total de 110 especies. Resaltan la posibilidad de aumentar este número por la ubicación de México entre dos provincias biogeográficas.
- Silva *et al.*, (1999) describen la nueva especie *Macrothrix sierrafriatensis* antes clasificada dentro del grupo de especies de *M. laticornis*.
- Dumont & Silva (2000), describen la nueva especie *Karualona penuelasi* en el estado de Aguascalientes.
- Elías, *et al.*, (2001), describen 10 nuevos registros de cladóceros de diversos cuerpos de agua tropicales en el sudeste de México.

Cabe mencionar los trabajos de Elías, (1982), Ciro (1994), Cervantes & Gutiérrez (1996), Elías, (1996) y Silva, (1998), en las que realizaron descripciones taxonómicas detalladas sobre la fauna de los Anomopoda y Ctenopoda de la zona centro del país.

Todos los trabajos antes mencionados se realizaron en cuerpos de agua lénticos, solamente en el estudio de Van de Velde *et al.*, (1978) se analizó un punto sobre un tributario del río Usumacinta, identificando 13 especies. En el mismo trabajo, se menciona la presencia de la especie *Ilyocryptus spinifer* para el estado de Veracruz siendo uno de los dos registros para el estado; el segundo es *Diaphanosoma fluviatile* encontrado en el lago de Catemaco por Elías *et al.*, (2001).

Estudios ecológicos

Son pocos los trabajos en México que se refieren o incluyen los ordenes Anomopoda y Ctenopoda con relación a sus parámetros poblacionales y su relación con algunas variables físicas, químicas y/o contaminantes; algunos de ellos son los siguientes:

- Franco, (1981), analizó en Valle de Bravo, la estructura y composición de las comunidades planctónicas y su asociación con algunas variables físicas y químicas del agua. Identifica 5 especies de cladóceros y no observó relación alguna con el ambiente.
-

-
-
- González & Elías (1987) realizaron un estudio sobre el comportamiento anual de la población de *Bosmina longirostris* en las regiones limnética y litoral en un embalse.
 - Muro, (1994) reportó 5 especies de los Lagos de Chapultepec y calculó su índice y valencia saprobia así como su relación con ciertas variables contaminantes. Asoció la presencia de algunas especies, como *Moina micrura*, con aguas eutróficas.
 - García, (1985) analizó el plancton como herramienta para determinar la calidad del agua en dos ríos del estado de Morelos, reconociendo a 3 especies de cladóceros como parte de la comunidad estudiada.

Los estudios de cladóceros en ríos de diversas partes del mundo, en general son menos numerosos que los realizados en lagos, lagunas, embalses etc., a pesar de ser una parte esencial en la composición de estas aguas (Robertson, 1990). Algunos trabajos sobre la ecología de los cladóceros que resaltan la importancia de la presencia de estos ordenes en los ríos y arroyos son los siguientes:

- Tait, *et al.*, (1984) realizaron un trabajo sobre la estructura y dinámica de la comunidad del zooplancton en el río Caimán Australia, registrando 35 especies de cladóceros, y reconociéndolos como el segundo grupo más diverso. Advierten que sólo 7 especies fueron limnéticas.
 - Rey & Vasquez (1986), reportaron 21 especies de cladóceros en los ríos Upata, Uracoa, Camoirán, y Yuruanien en Orénoque, Venezuela.
 - Egborge (1987), registró 24 especies en el río Warri en Nigeria y analizó la distribución longitudinal de éstos con respecto a los gradientes de salinidad. Observó cambios estacionales relacionados con las lluvias.
 - Robertson, (1990), realizó un análisis de la composición, abundancia y dinámica poblacional de los cladóceros bénticos en el río Támesis del Reino Unido.
 - Zoppi de Roa & Vasquez (1991), realizaron un trabajo taxonómico en Mantecal Venezuela donde reportan para el río Yaracuy cuatro especies, cinco en arroyo Alpargaton y dos del Atapirire.
 - Rundle (1990), realizó observaciones estacionales de microartrópodos en varios arroyos, reconociendo 16 especies de cladóceros bénticos, los cuales se desarrollaron mejor en condiciones de pH neutro.
 - Kobayashi *et al.*, (1998), analizaron la composición de especies, y la variación estacional y horizontal del zooplancton del río Hawkesbury-Nepean en Australia. Correlacionaron estos datos con algunos factores ambientales, encontrando una correlación positiva entre la densidad absoluta, la temperatura, turbiedad, conductividad, fósforo total y clorofila. Reconociendo 9 especies de cladóceros.
-
-

-
-
- Davidson *et al.*, (1998), realizaron una regresión y un análisis de componentes principales entre la abundancia de especies del zooplancton de zonas de inundación en la cuenca del río Atchafalaya en Estados Unidos y ocho variables ambientales, correlacionando algunas especies con los cambios estacionales. Reconocieron siete especies de cladóceros, de las cuales tres predominaron durante el verano temprano y otras dos especies con condiciones de finales del verano.
 - En la cuenca del río Atchafalaya en Estados Unidos Davidson *et al.*, (2000), realizaron un análisis de componentes principales para agrupar tres tipos distintos de hábitats, utilizando cinco variables hidrográficas, también realizaron un análisis de varianza con cuatro indicadores poblacionales de 31 especies de cladóceros presentes y de las características ambientales. Cada hábitat fue caracterizado por el predominio de ciertas especies.
 - Saunders & Lewis (1988), estudiaron la abundancia y el transporte del zooplancton del río Apure en Venezuela, en donde reconocieron alrededor de cuatro especies de cladóceros que no representaron gran abundancia de la densidad total. Reconocen que los tributarios del río determinan la biomasa de zooplancton al cauce principal.
 - Saunders & Lewis (1989), realizaron estudios cuantitativos de zooplancton de la cuenca baja del río Orinoco en Venezuela y sugieren que los taxa dominantes fueron euplantonicos, provenientes de cuerpos de agua permanentes. Reconocen cinco especies de cladóceros.

Estudios de contaminación en el río Coatzacoalcos.

El río Coatzacoalcos es parte de una de las áreas con mayor diversidad en nuestro país ya que alberga un gran número de organismos, animales y plantas. Es un polo industrial ligado a la explotación, la transformación y el transporte de hidrocarburos desde los inicios de la historia moderna del petróleo en México. Por otro lado, se encuentra influenciado por las descargas masivas de las plantas industriales establecidas en el área y las descargas municipales de las ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán (Bozada & Páez, 1986).

De los estudios realizados en el río, destacan los de:

- Ochoa, *et al.*, (1972) en la zona del estuario del río describe las condiciones de contaminación presentes.

-
-
- En 1986 Bozada & Páez realizan una descripción de la fauna acuática del río relacionando los parámetros ecológicos con los factores abióticos. Un año después realizan una descripción de la fauna litoral sin mencionar a los cladóceros.
 - Guerra (1990), realiza una caracterización general sobre variables físicas, químicas y nutrientes del agua durante un ciclo anual, desde la desembocadura del río Coatzacoalcos, hasta la ciudad de Minatitlán.
 - Olvera (1975), Analiza el comportamiento de la comunidad planctónica y bentónica junto con varios contaminantes y calcula el índice de diversidad para las dos comunidades, observando una disminución hacia la desembocadura. Reporta juveniles de cladóceros en la cercanía de la isla de Pajaritos.

Así mismo, se encuentran estudios que evalúan las diversas actividades antropogénicas en función del impacto que ocasionan al estuario y sus alrededores (González *et al.*, 1994). El Instituto Mexicano del Petróleo cuenta con una serie de trabajos técnicos relacionados con las refinerías, centros petrolíferos e industriales y de los principales afluentes de lo que se conoce como "corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán". En algunos de ellos se describe al zooplancton a grandes grupos taxonómicos. Estos son:

- (1985, 1986, 1987, 1988.) Caracterización biológica y fisicoquímica del Bajo río Coatzacoalcos.
- (1995 a) Evaluación del efecto de la temperatura de la descarga No. 2 de la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas".
- (1995 b) Evaluación del impacto al río Coatzacoalcos por el efecto de las descargas de aguas residuales de la Refinería "Gral. Lázaro Cárdenas".
- (1996) Evaluación del impacto al río Coatzacoalcos debido a la influencia de la refinería Minatitlán-Veracruz.
- (1997b) Realizan un proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Cuenca baja del río Coatzacoalcos.

Los trabajos que integran la información biológica de los grupos en cuestión en el río Coatzacoalcos y de las variables físicas, químicas o contaminantes, son nulos, inclinándose solo a grandes grupos taxonómicos del zooplancton.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca baja del Río Coatzacoalcos se localiza dentro de la provincia fisiográfica "Llanura costera del Golfo sur" en la subprovincia "llanura costera veracruzana" y se sitúa en el extremo sudeste del país, en el estado de Veracruz, en la región hidrológica 29 (SRH, 1971; INEGI, 1987).

El río Coatzacoalcos es el más conspicuo de la región, y se caracteriza por formar uno de los sistemas estuarinos más grandes de México. Durante la temporada de secas la influencia de la cuña marina es detectable hasta 46 km. aguas arriba de la desembocadura (Bozada & Páez, 1986; IMP, 1997a). El río se localiza entre los 18° 10' - 17° 46' de latitud norte y los 94° 25' - 94° 31' de longitud oeste. Nace en Oaxaca, en la Sierra Atravesada, a más de dos mil metros de altura sobre el nivel del mar (Bozada & Páez, 1986).

El área contemplada para el presente estudio se ubica entre las coordenadas 18° 10' de latitud Norte, 94°15' de latitud Oeste y 17°53' de latitud Norte, 94°30' de longitud Oeste.

La zona de estudio recibe varios afluentes entre ríos y arroyos, los cuales son, a partir de la desembocadura: el canal que comunica al Coatzacoalcos con el dársena de Pajaritos, el arroyo Teapa, el río Calzadas, arroyos San Francisco y San Antonio, el río Uxpanapa, el arroyo Santa Alejandrina, el río Coachapa. En el tramo de Hidalgotitlán y el puente "Coatzacoalcos 1", se encuentran cuatro islas: Tecamichapa, Yegüero, Tacoteno y Pajaritos (INEGI, 1984a; INEGI, 1984b).

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1980), en el área de la cuenca baja del río Coatzacoalcos predomina un clima Am, (f) de los tipos cálido húmedo con lluvias abundantes en verano e influencia de monzón, con un porcentaje de lluvia invernal < 5% de la anual.

La variación temporal del clima se ve muy marcada y corresponde a la temporada de lluvias, con un volumen promedio de 1,870.7 mm, en la temporada de nortes con 675.2 mm de lluvia promedio, y en la temporada de secas con 90.2 mm de precipitación promedio (INEGI a, b, c, IMP, 1997a).

La temperatura promedio mensual varía de acuerdo a la temporada climática, es así que en la temporada de nortes la temperatura promedio es de 22.8° C, en la temporada de lluvias de 25.4° C y en la temporada de secas de 27.1° C (IMP, 1997a).

Las condiciones de temperatura y precipitación han ocasionado un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias dando lugar a suelos profundos. Los ordenes

de suelo predominantes según la FAO-UNESCO (1990, en IMP, 1997a), son los gleysoles, fluvisoles, entisoles, arenisoles, vertisoles y cambisoles.

La vegetación por su parte, desempeña un papel de vital importancia para las comunidades biológicas, ya que existen áreas con diferentes tipos de vegetación, las cuales brindan sostén y refugio a poblaciones de vertebrados e invertebrados terrestres o acuáticos que dependen del río para el desarrollo de su ciclo de vida.

Esta región ha sido considerada como una de las zonas de mayor riqueza florística y faunística en épocas pasadas. Los relictos de agrupaciones vegetales primarias y secundarias identificados en la zona de estudio son los siguientes: Vegetación primaria: bosque caducifolio o mesófilo de montaña, selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, selva baja perennifolia inundable, bosque de encino, manglar, popal, palmar, vegetación de dunas costeras, vegetación riparia, sabana. Vegetación secundaria: acahual reciente, cahual viejo Pastizal con acahual, Pastizal con vegetación riparia, pastizal con palmar, pastizal con cerca viva y árboles aislados, pastizal con cerca viva y cultivos de coco, con cerca viva y árboles aislados (IMP, 1997a).

V. MÉTODO

Se trabajó con las muestras y datos obtenidos por el Área de Estudios Ecológicos del Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en el río Coatzacoalcos Veracruz durante las temporadas extremas, de **secas** en enero 1997 y de **lluvias** en agosto de 1997.

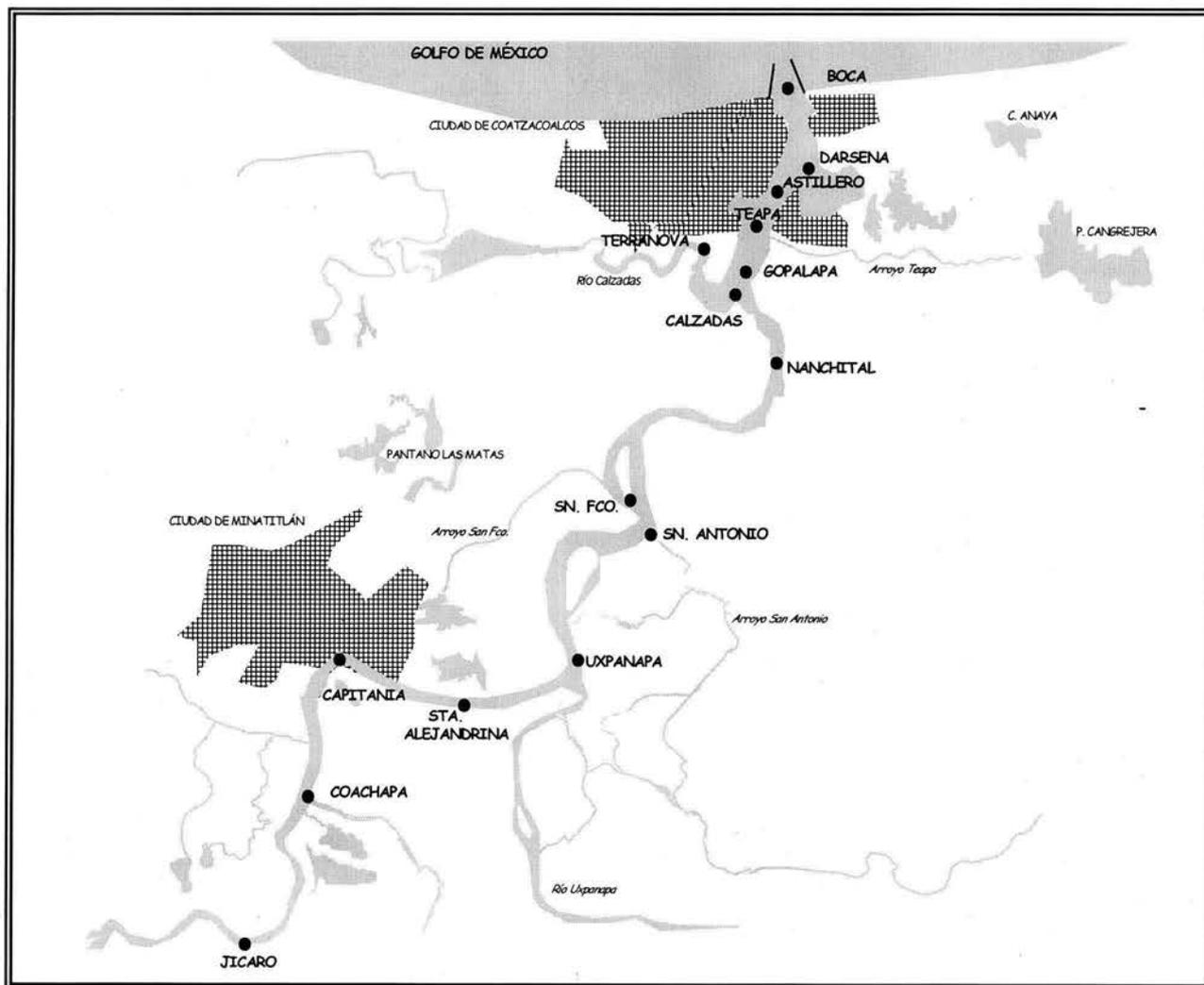


Figura 1. Área de estudio: Cuenca baja del río Coatzacoalcos

Las estaciones se ubicaron a lo largo de 30 kilómetros río arriba a partir de la desembocadura. Se establecieron 15 estaciones basándose en los principales afluentes del río (Figura 1), ubicándose en las siguientes coordenadas geográficas:

Estación	Localización	
	Latitud norte	Longitud oeste
Boca	18°09.585'	94°24.683'
Dársena	18°07.824'	94°23.392'
Astillero	18°07.611'	94°25.026'
Teapa	18°07.056'	94°25.006'
Gopalapa	18°05.870'	94°25.311'
Calzadas	18°05.540'	94°25.498'
Terranova	18°06.586'	94°26.436'
Nanchital	18°04.175'	94°24.896'
San Francisco.	18°01.654'	94°27.773'
San Antonio	18°00.692'	94°26.877'
Uxpanapa	17°58.502'	94°28.501'
Santa Alejandrina	17°57.782'	94°30.908'
Capitanía	17°58.608'	94°32.283'
Coachapa	17°55.854'	94°33.324'
Jícaro	17°53.493'	94°34.594'

Tabla. 2 Ubicación de estaciones de muestreo

Trabajo en campo

Para la obtención de las muestras de zooplancton, se utilizaron redes de tipo Calcofi o cilindro-cónico con una abertura de malla de 55 μm y diámetro de la boca de 20 cm (APHA, 1995), el muestreo se realizó mediante arrastres superficiales circulares a una velocidad constante durante tres minutos. El volumen filtrado fue medido con un flujómetro "General Oceanic" siendo siempre mayor a 150 litros. Una vez obtenidas las muestras se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio (APHA, 1995).

Las variables físicas, químicas y de contaminación, comprendieron las mismas estaciones que los parámetros biológicos tanto de superficie como de fondo, esta última con el objeto de detectar la influencia de la cuña marina.

Se evaluaron *in situ*: temperatura, salinidad, conductividad, pH, oxígeno disuelto, y turbidez con una sonda multiparámetros marca HYDROLAB modelo 4A.

Para la evaluación de materia orgánica extraíble e hidrocarburos aromáticos totales, se realizó la extracción de 2000 ml de agua con 75 ml de tetracloruro de Carbono grado espectro por agitación manual durante 15 minutos, y para la evaluación de nutrientes (ortofosfatos, nitratos y amoníaco) se tomaron muestras de 125 ml en frascos de vidrio ámbar previamente tratados (detergente extran, mezcla crómica y cloruro de metileno).

La toma de muestras para alcalinidad, sólidos disueltos totales y Demanda química de oxígeno fue de un volumen de 1000 ml en frascos de polietileno de alta densidad. Todas las muestras se mantuvieron en refrigeración a 4°C hasta su análisis en laboratorio.

Trabajo de laboratorio.

Se realizó la siguiente metodología para el análisis de alcalinidad, contaminantes y nutrientes:

La **Alcalinidad total** del agua, se determinó bajo el método estandarizado 2320-B (APHA, 1995), que consiste en determinación de Carbonatos Totales a partir de titulación. Se valoró la muestra con ácido, y se observó la cantidad de éste que pudo neutralizar el agua antes de llegar a un pH determinado.

$$\text{Alcalinidad mg CaCO}_3\text{/l} = A * N * 50\ 000 / \text{mL muestra}$$

donde:

A= mL ácido estándar utilizado

N= normalidad del ácido estándar

Los **Sólidos Disueltos Totales** (SDT), se determinaron bajo el método estandarizado 2540 APHA (1995), con una precisión de $\pm 0.1 \text{ mg l}^{-1}$, basado en el análisis gravimétrico por filtración y evaporación de un volumen determinado de muestra en una placa secada a peso constante a 180°C. El aumento del peso de la placa representó los sólidos disueltos totales (APHA, 1995).

La **Demanda Química de Oxígeno** (DQO) se determinó bajo el método estandarizado 5220-D (APHA, 1995), modificado para microtécnica, que es un método colorimétrico, y se basa en la oxidación de materia orgánica e inorgánica en medio con ácido sulfúrico concentrado y una solución valorada de dicromato de potasio. (APHA, 1995). El reactivo preparado de DQO contuvo sulfato de plata disuelto en ácido sulfúrico que sirvió como catalizador, el reactivo preparado también contuvo sulfato de mercurio,

que eliminó interferencias por el cloro. El equipo utilizado fue un reactor para DQO, Hach y un espectrofotómetro modelo DR/2010 Hach. Esta técnica es aplicable a muestras que se encuentren en un intervalo de 0 a 500 mgL⁻¹ y tiene una precisión de ± 2.7 mgL⁻¹

Nitratos. Se utilizó el método de reducción por columna de cadmio APHA 4500-NO₃-F (APHA, 1995), Los nitratos (NO₃-N) en presencia de cadmio, se reducen a nitrito (NO₂-N), los cuales pueden determinarse cuantitativamente. El nitrito producido, se determinó diazotanzando con sulfanilamida y acoplamiento de dihidroclorhidrato de N-(1-naftil)-etilendiamina para formar un cromóforo azo de color rosa tenue hasta un rosa intenso que es proporcional a la concentración de nitritos y se midió colorimétricamente, interpolando los resultados en una curva estándar de Nitratos de 10 a 1000 µg/L. El equipo utilizado fue un analizador de inyección de muestra a flujo continuo Mod. 5012 marca Tecator, acoplado a un detector colorimétrico Mod. 5042, y un filtro de longitud de onda de 540 nm.

Nitrógeno Amoniacal. Este método se basa en la norma NMX-AA-026 (1980), que implica la suma del nitrógeno amoniacal libre y del nitrógeno orgánico, los cuales son convertidos a sulfato de amonio mediante digestión, en presencia de ácido sulfúrico, sulfato de potasio y sulfato mercúrico, el nitrógeno de compuestos orgánicos es convertido a sulfato de amonio. El amoniaco es destilado en medio alcalino, absorbido en solución de ácido bórico y determinado por titulación.

Para la determinación de **Ortofosfatos**, se empleó el método del ácido ascórbico especificado en APHA 4500-E, se basa en la lectura a una longitud de onda de 880 nm de la reacción colorida al formarse un ácido heteropoliácido fosfomolibdico, que al ser reducido con ácido ascórbico da un color azul, el cual es directamente proporcional a la concentración de fósforo previamente digerido con persulfato de amonio y ácido sulfúrico. (APHA, 1995). El equipo utilizado fue un espectrofotómetro UV/VIS, marca PERKIN ELMER, modelo Lambda Bio 20 con un límite de precisión de 5.46 mgL⁻¹. Con una bomba peristáltica como aditamento.

Hidrocarburos Aromáticos Totales. Se evaluó por espectroscopia de fluorescencia en un equipo marca Perkin Elmer Mod MPF-44b. La determinación se llevó a cabo siguiendo el método (IMP-QA-610) basado en la extracción de Tetracloruro de Carbono del material orgánico y su posterior lectura de absorbancia. El principio del análisis se basa en la determinación de las concentraciones de compuestos aromáticos por fluorescencia entre los 3000 y 400 nm del espectro en emisión del ultravioleta con un máximo a los 310 nm del espectro de excitación. Las muestras se toman de los extractos, sustituyendo a los solventes empleados (hexano en agua) y se obtiene el espectro ultravioleta correspondiente, con una precisión de ± 0.1 mgL⁻¹.

Material orgánico extraíble (MOE). Se evaluó por espectroscopía de infrarrojo lejano transformada de Fourier con un equipo Unicam SP-2000 con una sensibilidad de 0.0001 mg l^{-1} (IMP-QA-604), basado en la extracción de Tetracloruro de Carbono del material orgánico y la posterior lectura de CH_2 y CH_3 de los hidrocarburos.

Análisis Biológico

Para el trabajo biológico, se utilizó un microscopio estereoscópico Olympus VM1X-4X, se revisó el total de la muestra filtrada en un volumen de 250 ml, separando y cuantificando los cladóceros presentes, de los cuales se realizaron preparaciones semi-permanentes de glicerol y formol al 4% así como de gelatina glicerinada de cada especie identificada.

La identificación a nivel específico se llevó a cabo con ayuda de un microscopio óptico Olympus CH2 con contraste de fases, claves especializadas y descripciones de los siguientes autores: Sars (1901), Brooks, (1959), Smirnov (1971), Dodson & Frey, (1991), Korovchinsky (1992), Smirnov (1992), Elías (1996), Smirnov (1996) y Korovchinsky & Smirnov (1998). Se utilizaron descripciones originales en el caso de algunas especies no reconocidas en México, además de ser revisadas por especialistas del departamento de zooplancton del ECOSUR, Quintana Roo, para confirmar su taxonomía específica.

Se realizaron esquemas de las especies no reconocidas para México y de organismos no identificados con la ayuda de un tubo de dibujo para microscopio óptico, para lo cual se dibujó la forma general de los organismos y las partes corporales importantes para su determinación taxonómica.

Se elaboró un listado taxonómico de las especies identificadas, así como un breve análisis de su distribución y presencia en México.

Parámetros poblacionales.

Se calcularon las densidades de los organismos por metro cúbico a partir de la siguiente fórmula.

$$ni \cdot 250 / vf \cdot vr$$

Donde:

ni = número de organismos contados.

250 = volumen concentrado de la muestra (ml).

vf = volumen filtrado (m^3).

vr = volumen revisado (ml).

Para conocer la estructura de las poblaciones y poder relacionarla con estudios de calidad ambiental, se utilizó el programa computacional Gw-Basic (Ochoa, 1995), para obtener los siguientes parámetros:

- El índice de diversidad de Shannon y Wiener, ha sido el más utilizado y es considerado como el mejor índice de diversidad. (Washington, 1984. Krebs, 1978, Krebs, 1989), en particular si los datos de las abundancias de las especies fueron obtenidos de una submuestra al azar de una comunidad grande (Brower & von Ende, 1990). Lo que nos permite analizar las variaciones de una comunidad o de una parte de ella.

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

donde:

H' = diversidad

P_i = Proporción del número de individuos de la especie i respecto al total

$$(n_i/N_t)$$

- La diversidad máxima que se define como la diversidad bajo condiciones de máxima equitatividad (Krebs, 1978, Krebs, 1989):

$$H_{max} = (\log_2 S)$$

donde:

S = riqueza o número de especies

- La equitatividad muestra la homogeneidad en la abundancia de las especies relacionadas (Krebs, 1978, Krebs, 1989).

$$E = H/H_{max}$$

- Dominancia se define como la cobertura de todos los individuos de una especie (Krebs, 1978, Franco *et al.*, 1989).

También se calcularon los siguientes parámetros por medio de una hoja de cálculo:

- La densidad absoluta de cada especie en el área, corresponde a la suma del número de individuos por unidad de volumen de todas las estaciones.

$$\delta = N_t/m^3$$

donde:

δ = densidad absoluta.

N_t = Número total de individuos

- La frecuencia relativa, corresponde a la frecuencia de una especie, referida a la frecuencia total de todas las especies (Krebs, 1978, Krebs, 1989).

$$Fr = F \cdot 100 / \sum Ft$$

donde:

Fr = Frecuencia relativa

F = Frecuencia de aparición por especie.

Ft = Suma de los valores de frecuencia de todas las especies

- Se aplicó una prueba bidimensional de asociación tipo Olmstead-Tukey para determinar la correlación existente entre la densidad de cada taxa en función de la frecuencia en que se presentan, en la que de acuerdo a los valores de frecuencia de aparición y densidad de las especies con respecto a sus valores medios, clasifica a las especies como dominantes, constantes, raras y ocasionales. Esta determinación es cualitativa ya que no proporciona la magnitud de la asociación (Flores, 1990, Amezcua, 1998; López, *et al.*, 1999 García De León, 1988 en Lugo, 2000).
- Este método se cotejó con el Índice de Valor de importancia (Krebs, 1989):

$$VI = \delta r + Fr$$

Donde:

δr = Densidad relativa

Fr = Frecuencia relativa.

Evaluación de la calidad del agua.

Se utilizó la escala de clasificación de calidad del agua propuesta por Wilhm y Dorris (citado en García, 1991) obtenida para el índice de diversidad de Shannon y Wiener. También se obtuvo el Índice de Calidad del Agua (ICA), para la protección de la vida acuática obtenida con los datos aportados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y los obtenidos durante el presente estudio, a fin de comparar la veracidad de estos últimos resultados.

Mediante la evaluación conjunta de factores físicos, químicos y contaminantes, el ICA permite determinar los usos a que se pueden destinar los cuerpos de agua dulce, así como el grado de afectación causado por las descargas de agua contaminada. (SEDUE, 1986).

El ICA obtenido con datos de la CNA fueron para enero 28 y agosto 5 del mismo año que el del presente estudio (1997), correspondientes a las siguientes estaciones:

La estación Muelle Minatitlán localizada a los 94° 33' 18" de longitud oeste y a los 17° 54' 47" de latitud norte, con clave de monitoreo 02VC29BA1080002.

Estación Puente Coatzacoalcos localizada a los 94° 28' 28" de longitud oeste y a los 18° 05' 06" de latitud norte, con clave de monitoreo 02VC29BA0390001.

Estación Jaltepec localizada a 94° 51' 56" de longitud oeste y a los 17° 25' 28" de latitud norte, con clave de monitoreo 00VC29BA0910003.

La última se encuentra fuera del área de estudio pero fue posible tomarla como referencia puesto que no tiene influencia contaminante importante.

El ICA se compone de subíndices característicos de cada variable, los cuales se obtuvieron interpolando los resultados nominales en las curvas ya trazadas del Manual de Ordenamiento Ecológico de Técnicas específicas.

PARÁMETRO	FACTOR DE IMPORTANCIA
Alcalinidad Total	3
Cloruros	3
Coliformes Totales	2
Color Aparente	2
Conductividad específica	5
DBO ₅	5
Dureza Total	4
Fosfato soluble	5
Grasas y Aceites	5
Nitrógeno amoniacal	3
Nitratos	5
Oxígeno disuelto	5
pH	4
Sólidos disueltos totales	3
Sólidos Suspendidos Totales	3
Sustancias Activas al Azul de	5
Turbiedad	3

Tabla. 3. Factores de importancia de variables utilizadas en la evaluación del ICA

Según el uso del agua, también se considero un factor de importancia para cada variables (Tabla 3), cuyos valores fueron asignados de cero a cinco según la importancia de la variable (SEDUE, 1986).

Para determinar el ICA se utilizó la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i * W_i)}{\sum_{i=1}^n (W_i)}$$

Donde: I = Índice de calidad del agua

I_i = Subíndice de calidad de Agua por Parámetro

W_i = Importancia de la variable

n = Numero de variables que incluye el ICA

Para el cálculo del ICA con los datos de la CNA se utilizaron 17 variables (Tabla 3) y con los resultados obtenidos por el ICMYL-IMP, se utilizaron 9 los cuales representan los grupos considerados para este índice: Oxígeno disuelto, alcalinidad, Sólidos Totales Disueltos, conductividad y pH como indicadores químicos; el fósforo total, nitrógeno amoniacal y nitratos como indicadores de nutrientes, y turbidez como indicador físico.

Para probar la posible interdependencia entre el ICA y la clasificación de calidad del agua obtenida a partir del índice de diversidad, se realizó una correlación por rangos de Spearman (Burgos, 1997), la cual según Daniel (1988), permite a partir de la asignación de rangos a los valores muestrales, verificar la interdependencia entre las variables X e Y a partir de la siguiente fórmula:

$$r_s = 1 - 6 \sum d^2 / n(n^2 - 1)$$

donde:

n = Pares de medidas

d = (rango de X_i) - (rango de Y_i)

La hipótesis nula y alterna que se verificaron fueron:

H_0 : El índice de diversidad e ICA son independientes.

H_a : El índice de diversidad tiende a aumentar cuando aumenta la calidad del agua.

La regla de decisión fue: Rechazar H_0 si r_s calculada fuese mayor que r_s^* de tablas para $\alpha=0.05$ (0.4593 secas; 0.4429 lluvias).

Relación de especies con variables físicas, químicas y contaminantes

Se realizó un análisis de Componentes Principales para determinar el comportamiento de las variables biológicas respecto a las variables físicas, químicas y contaminantes. Esta prueba tuvo como objetivo estimar la estructura total de las variables, generando nuevas variables que pudieran expresar fácilmente la información contenida en el conjunto original de datos. Los componentes principales explican la mayor cantidad de varianza máxima contenida, siendo el primero el que explica el mayor porcentaje y así sucesivamente (Hair, *et al.*, 1998; Statgraf, 1995).

El programa utilizado para esta técnicas fue Statgraphics (1995), realizándose comparaciones entre ambas temporadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis específico

El análisis específico de los cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos, durante la temporada de secas, arrojó 14 especies de cladóceros, de las cuales, una pertenece al Orden Ctenopoda, y 13 al Orden Anomopoda, y se incluyen en 7 familias y 13 géneros (Tabla 4).

ESPECIES / ESTACIONES	BO	DA	AS	TE	TR	GO	CL	NA	FC	AT	UX	AL	CA	CO	JI
ORDEN CTENOPODA															
<i>Familia Sidae</i>															
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981		x					x		x	x		x	x	x	
ORDEN ANOMOPODA															
<i>Familia Daphnidae</i>															
<i>Subgénero Daphnia</i>															
<i>Ceriodaphnia cornuta-grupo</i>				x		x		x	x	x	x	x			
<i>Simocephalus vetulus</i> Schoedler, 1858	x		x			x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Familia Moinidae</i>															
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1893)					x					x	x	x	x		
<i>Familia Bosminidae</i>															
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895						x		x		x	x				
<i>Familia Macrothricidae</i>															
<i>Macrothrix cf. laticornis</i>									x						x
<i>Familia Ilyocryptidae</i>															
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882			x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Familia Chydoridae</i>															
<i>Subfamilia Aloninae</i>															
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>											x				
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)					x	x				x	x	x	x		
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)						x						x			
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Alona brasiliensis</i> Bergamin, 1935															x
<i>Alona sp. 2</i>															x

Tabla 4. Especies presentes por estación en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de secas, desde la desembocadura (boca) hasta 30 km. río arriba (Jícara). BO (Boca), DA (Dársena), AS (Astillero), TE (Teapa), TR, (Terranova), GO (Gopalapa), CL (Calzadas), NA (Nanchital), FC (San Francisco) AT (San Antonio), UX (Uxpanapa), AL (Santa Alejandrina), CA (Capitania), CO (Coachapa), JI (Jícara).

En la temporada de lluvias se presentaron 41 especies (Tabla 5), tres de estas pertenecen al Orden Ctenopoda y 38 al Orden Anomopoda, integrándose en ocho familias y 29 géneros.

ESPECIES/ESTACIONES	BO	DA	AS	TE	TR	GO	CL	NA	FC	AT	UX	AL	CA	CO	JI
ORDEN CTENOPODA															
Familia Sidae															
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Sarsilatona serricauda</i> Korovchinsky, 1985	x		x		x		x		x			x	x		x
<i>Latonopsis australis</i> -grupo	x		x	x			x								
ORDEN ANOMOPODA															
Familia Daphnidae															
Subgénero Daphnia															
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	x		x					x							
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> -grupo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Simocephalus vetulus</i> Schoedler, 1858		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
<i>Scapholeberis armata freyi</i> Dumont & Pensaert, 1983	x														
Familia Moinidae															
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Familia Bosminidae															
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Familia Macrothricidae															
<i>Macrothrix cf. laticornis</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
<i>M. triserialis</i> -grupo		x		x		x		x	x				x		x
<i>Grimaldina brazzae</i> Richard, 1892	x	x		x	x	x	x					x			x
<i>Onchobunops tuberculatus</i> Fryer y Paggi, 1972				x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Guernella raphaelis</i> Richard, 1892								x		x		x			
Familia Ilyocryptidae															
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x
Familia Chydoridae															
Subfamilia Chydorinae															
<i>*Alonella dadayi</i> Birge, 1910				x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)								x					x		x
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>	x	x		x	x	x	x	x				x	x	x	x
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901	x														
<i>Ephemeroporus barroisi</i> -grupo	x														x
<i>Pleuroxus denticulatus</i>							x	x							
Subfamilia Aloninae															
<i>Alona brasiliensis</i> Bergamin, 1935				x				x	x			x		x	
*** <i>Alona cf. pseudoverrucosa</i>		x		x	x	x		x	x	x	x	x			x
* <i>Alona cf. quadrangularis</i>				x	x			x				x			x
<i>Alona cf. setulosa</i>	x														
<i>Alona diaphana</i> King, 1853		x	x	x	x		x	x			x		x		
<i>Alona eximia</i> Kiser, 1948	x			x		x		x	x	x	x	x	x	x	x
* <i>Alona karelica</i> Stenroos 1897					x	x									x
<i>Alona karua</i> -grupo					x	x		x	x			x		x	
** <i>Alona sp. I</i>				x				x							
** <i>Alona sp. II</i>					x		x	x							
* <i>Bryospilus repens</i> Frey, 1980	x														
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)		x	x	x	x	x			x		x	x	x	x	x
*** <i>Kurzia longirostris</i> (Daday, 1898)		x	x		x	x		x							
<i>Leydigia cf. acanthocercoides</i>		x									x	x			
<i>Leydigiopsis brevirostris</i> Brehm, 1938				x			x	x	x		x	x	x		x
<i>Notoalona globulosa</i> Daday, 1898	x				x	x	x				x	x			x
* <i>Oxyurella ciliata</i> Bergamin, 1939						x									

*nuevos registros

**especies no identificadas

***Confirmación de su presencia en México

Tabla 5. Especies de cladóceros presentes por estación en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de lluvias en agosto de 1997 desde la desembocadura (boca) hasta 30 km. río arriba (Jícara). BO (Boca), DA (Dársena), AS (Astillero), TE (Teapa), TR, (Terranova), GO (Gopalapa), CL (Calzadas), NA (Nanchital), FC (San Francisco) AT (San Antonio), UX (Uxpanapa), AL (Santa Alejandrina), CA (Capitania), CO (Coachapa), JI (Jícara).

A la fecha se reconocen 121 especies entre Anomopoda y Ctenopoda en México y solo 2 en el estado de Veracruz (Van de Velde *et al.*, 1978; Elías *et al.*, 2001). En el presente trabajo, se reconocen 5 nuevos registros para México (*Alonella dadayi*, *Alona cf. quadrangularis*, *A. karelica*, *Oxyurella ciliata*, y *Bryospilus repens*), aumentando con esto a 126 especies. Así mismo se confirma la presencia de *Kurzia longirostris* y *Alona cf. pseudoverrucosa*, además de dos especies del género *Alona* que no pudieron ser identificadas a nivel específico por falta de material y descripciones detalladas de las especies más afines.

Se determinaron 4 especies que se han catalogado como parte de diversos complejos de especies (Tabla 6). Es probable que las determinadas como *cf.* también formen parte de algún complejo, por ejemplo, *Alona quadrangularis* fue descrita tanto en Europa como Asia y difícilmente puede encontrarse en México, por lo tanto *Alona cf. quadrangularis* puede ser una especie americana con características morfológicas semejantes a las poblaciones europeas y asiáticas.

Del total de las especies mencionadas en el presente trabajo, 21 coinciden en haber sido reportadas en diferentes ríos y arroyos del mundo (Anexo I). Es notable que la riqueza de los mismos fuese menor, por ejemplo, en el río Warri, Nigeria Egborge (1987) registro 24 especies, siendo el presente informe el más extenso de especies encontradas en un cuerpo de agua lótico tropical.

Se observó una diferencia notable en la composición de especies, entre las dos temporadas de estudio. Además, la composición según el tipo de hábito estuvo mejor representada por las formas pelágicas durante la temporada de secas con 8 especies, ocurriendo lo contrario durante la temporada de lluvias donde se observaron 32 taxa litorales y solo 9 de hábitos pelágicos (Anexo I).

Las especies litorales generalmente se asocian a vegetación y aguas tranquilas no concordando con el tipo de corriente del río Coatzacoalcos excepto por los remansos que se llegan a formar. Odum (1995) sugiere que los remansos formados por ríos presentan características semejantes a estanques y lagos, donde se puede desarrollar comunidades semejantes. La disminución de la velocidad en estos remansos favorece la reproducción y por ende el establecimiento de poblaciones de cladóceros (Saunders & Lewis, 1989).

Sin embargo, existe una elevada probabilidad de que un buen número de especies fueran parte del zooplancton introducido por las escorrentías de la lluvia o arrastradas de las charcas cercanas o provenientes del desborde de los pantanos aledaños. Prueba de esto, fue la presencia de *Bryospilus repens* que solo habita en musgos y de *Scapholeberis armata*, de hábitos hiponeustónicos. Además, la baja densidad y frecuencia observada en la mayoría de las especies, hace dudar la existencia de una población bien establecida de éstas especies en un ambiente lótico.

La ubicación de México entre las provincias biogeográficas neártica y neortropical puede explicar en parte la riqueza observada, dado que existen especies que confluyen en México, tanto del sur como del Norte del continente. Según Elías *et al.*, (2001) la Sierra Madre Occidental es una barrera geográfica que limita la distribución de los diferentes taxa de cladóceros presentando una influencia principalmente en las especies de sididos, macrotrícidos y chydoridos, cuya afinidad faunística es con Sudamérica, mientras en el altiplano es con Norteamérica.

En el presente trabajo el 33% de las especies observadas es de distribución amplia, a lo largo del continente americano, incluso de distribución cosmopolita (Anexo I). Sin embargo, es posible que estas especies formen parte de algún grupo de especies con características morfológicas similares. El 29% se distribuye de Norteamérica a Centroamérica, y solo el 3% con distribución exclusivamente nortea. El 30% se distribuye de Sudamérica hasta Centroamérica y el 11% exclusivamente sureña. Lo anterior coincide con lo señalado por Elías *et al.*, (2001) quienes encuentran que las especies del sudeste mexicano presentan una mayor influencia neotropical.

En la actualidad el cosmopolitismo es un hecho poco común ya que la distribución intercontinental de especies puede ser mínima. Existen trabajos recientes en los que se ha reclasificado algunos de estos grupos, por ejemplo Dumont & Silva (2000) redefinieron el grupo *Alona karua* como un nuevo género compuesto de 5 especies de diferentes continentes; Silva *et al.*, (1999) describieron dos especies del grupo *Macrothrix laticornis* de México (*sierrafriatensis*) y sudeste de Asia (*vietnamensis*). Lo anterior refuerza la idea de grupos de especies morfológicamente parecidas.

No se consideraron algunas especies *cf.* en las descripciones, debido a que en México existen descripciones detalladas y discutidas de las mismas (Ciros, 1994; Elías, 1996; Cervantes & Gutiérrez, 1996). Es importante señalar la ausencia de machos en las muestras, lo cual dificulta el trabajo de identificación específica. Por lo tanto las descripciones de las especies con relevancia se basaron en hembras partenogenéticas (Anexo II).

Estructura ecológica de los ordenes Anomopoda y Ctenopoda
Abundancia y Frecuencia específica

Los estudios realizados sobre parámetros ecológicos en ambientes lóticos se concentran sobre cladóceros bénticos (Green, 1962 en Egborge, 1987; Egborge, 1972; Robertson, 1990, Rundle, 1990) por lo cual es difícil compararlos con el presente estudio y aun más cuando son pocos los trabajos realizados en ríos tropicales (Green, 1962 en Egborge, 1987; Egborge, 1987; Saunders & Lewis, 1988; Saunders & Lewis, 1989).

Se observó que las poblaciones de los Anomopoda y Ctenopoda variaron estacionalmente, como lo observan en cuerpos lénticos, Wetzel, (1981), Dodson & Frey (1991), quienes mencionan que los cambios que se presentan en la mayoría de los casos, se deben a variaciones físicas y químicas en el agua que provocan la disminución de la densidad de especies permanentes, y ocasionando la ausencia de las especies estivales. También sugieren que la cantidad y calidad del alimento están involucrados en el desarrollo de las comunidades.

Saunders & Lewis, (1989), sugiere que además de los factores antes mencionados, la velocidad, fuerza de la corriente y los escurrimientos (por el aporte de material biológico de cuerpos cercanos a zonas inundación durante la temporada de mayor influencia pluvial) influyen en la densidad y presencia de organismos pertenecientes al zooplancton.

Durante la temporada de **secas** la riqueza obtenida fue de 14 especies, la familia con mayor representatividad fue Chydoridae con el 43% de todas las especies, en segundo lugar se presentaron las familias Moinidae y Daphnidae ambas con 14%; el resto representaron 21% de la abundancia total (Figura 2).

Las especies, que presentaron mayor densidad absoluta fueron: *Moina micrura*, *Simocephalus vetulus*, *Bosminopsis deitersi* e *Ilyocryptus spinifer* con 74, 59, 53, y 38 org/15m³ respectivamente (Tabla 6).

Las especies más frecuentes fueron *Moina micrura*, *Camptocercus dadayi*, *Simocephalus vetulus*, e *Ilyocryptus spinifer*, las dos primeras se presentaron en el 93% de las estaciones, distribuyéndose incluso hacia la desembocadura, donde la salinidad observada fue hasta de 2.8 ‰ donde según lo reportado por Egborge (1987) se encuentran especies tolerantes a fluctuaciones de salinidad. Las dos últimas especies mencionadas, se distribuyeron en el 71% de las estaciones; el resto entre 50% y 1% (Tabla 6), en aguas donde la salinidad fue menor a 2 ‰, donde se distribuye la mayoría de los cladóceros dulceacuícolas (Egborge, 1987).

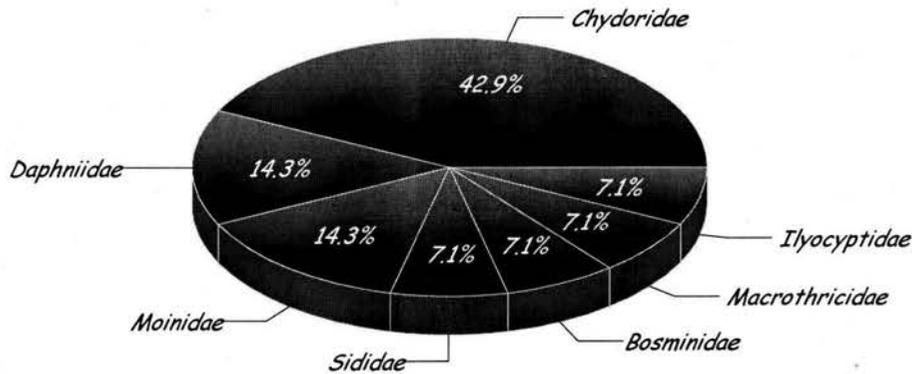


Figura 2. Porcentaje de especies contenidas en las familias de cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas.

ESPECIES	DENSIDAD ABSOLUTA ORG/15m ³	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	74	23.8	13	92.8	116.6
<i>Simocephalus vetulus</i> Schoedler, 1858	59	18.8	10	71.4	90.3
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	49	16.8	4	28.5	45.4
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	53	12.1	10	71.4	83.5
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913	38	7.8	13	92.8	100.7
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)	25	5.1	2	14.2	19.4
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	15	4.7	6	42.8	47.5
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> -grupo	14	4.4	7	50.0	54.4
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	9	2.9	7	50.0	52.9
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1893)	5	1.8	5	35.7	37.5
<i>Macrothrix cf. laticornis</i> -grupo	2	0.6	2	14.2	14.9
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>	1	0.4	1	7.1	0.4
<i>Alona brasiliensis</i> Bergamin, 1935	1	0.3	1	7.1	7.4
** <i>Alona sp. 2</i>	1	0.3	1	7.1	7.4

**especies no identificadas

Tabla 6. Parámetros ecológicos de las especies presentes en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de secas en enero de 1997 desde la desembocadura hasta 30 km. río arriba.

La riqueza específica de los cladóceros en la temporada de lluvias durante agosto de 1997 fue más elevada, ya que se presentaron 41 especies (Tabla 6).

Las familias *Chydoridae* y *Macrothricidae* presentaron los valores más altos de riqueza específica, albergando el 61% y 12% de las especies, coincidiendo con Frey (1982) y Dodson & Frey (1991) sobre los grupos más abundantes; el 27% de las especies restantes se englobaron en 6 familias (Figura 3).

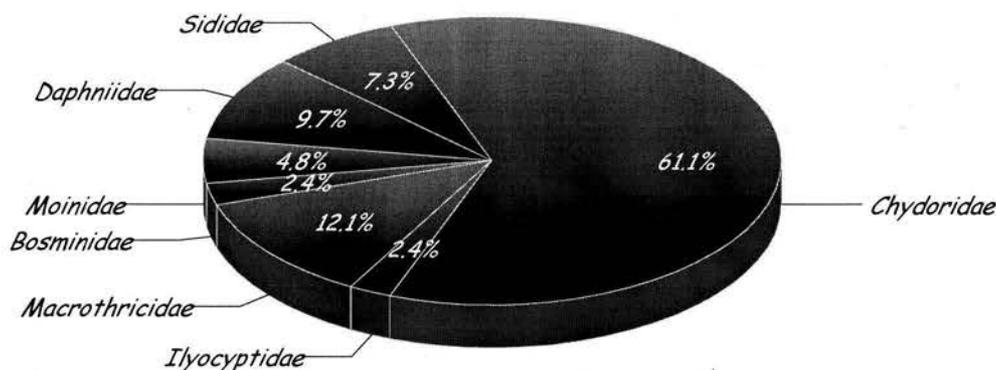


Figura 3. Porcentaje de especies contenidas en las familias de cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos durante la temporada de lluvias.

Las especies más abundantes fueron: *Moina micrura*, *Diaphanosoma birgei*, *Camptocercus dadayi*, *Bosminopsis deitersi*, *Ceriodaphnia cornuta*-grupo e *Ilyocryptus spinifer* con 643, 576, 282, 278, 236, y 223 org/15m³ respectivamente, el resto se presentó de uno a 87 org/15m³ (Tabla 7).

Las especies más frecuentes fueron: *Diaphanosoma birgei*, *Ceriodaphnia cornuta*-grupo y *Moina micrura* que se encontraron en el 100% de las estaciones y *Camptocercus dadayi* en el 93 %; 13 de las especies se presentaron en el 86% y el resto en menos de 60% de las estaciones (Tabla 7).

Las especies mencionadas como las más abundantes y frecuentes (excepto *Camptocercus dadayi*) coinciden en ser reconocidas como especies limnéticas en ríos (Saunders & Lewis, 1989) lo cual confirma que su presencia no es al azar. Además, Davison *et al.*, (2000), identifican en un ambiente lótico a *Diaphanosoma birgei*, *Moina micrura* y a *Ilyocryptus spinifer* como especies abundantes con 47 org/m³, 34 org/m³ y 9.4 org/m³ respectivamente, mientras Saunders & Lewis (1988), observaron en el río Apure Venezuela a *Bosminopsis deitersi* con 25.8 org/m³. Coincidiendo esos datos con los resultados obtenidos en el presente trabajo, principalmente en la temporada de lluvias.

Los cambios tanto en riqueza como en densidad de las especies, se asociaron directamente a la estacionalidad, como lo observado por Egborge (1987), en el río Warri en Nigeria, en donde la variación de la comunidad de cladóceros se asoció a las temporadas de lluvias y de secas.

	DENSIDAD ABSOLUTA org/15m ³	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	643	21.6	15	100.0	115.0
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	576	19.3	15	100.0	115.0
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913	282	9.5	14	93.3	107.3
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	278	9.4	13	86.7	99.7
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> -grupo	236	7.9	15	100.0	115.0
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	223	7.5	13	86.7	99.7
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)	87	2.9	11	73.3	84.3
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	70	2.4	13	86.7	99.7
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	69	2.3	13	86.7	99.7
<i>Simocephalus vetulus</i> Schoedler, 1858	48	1.6	12	80.0	92.0
<i>Macrothrix cf. laticornis</i>	48	1.6	12	80.0	92.0
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>	46	1.5	11	73.3	84.3
<i>Alona eximia</i> Kiser, 1948	40	1.3	11	73.3	84.3
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	34	1.1	10	66.7	76.7
<i>Sarsilatona serricauda</i> Korovchinsky, 1985	28	0.9	8	53.3	61.3
<i>Onchobunops tuberculatus</i> Fryer y Paggi, 1972	26	0.9	10	66.7	76.7
<i>Alona brasiliensis</i> Bergamin, 1935	25	0.8	5	33.3	38.3
<i>Alona cf. pseudoverrucosa</i>	25	0.8	10	66.7	76.7
<i>Notoalona globulosa</i> Daday, 1898	22	0.7	7	46.7	53.7
<i>M. triserialis</i> -grupo	21	0.7	7	46.7	53.7
<i>Alona cf. quadrangularis</i>	18	0.6	5	33.3	38.3
<i>Leydigiaopsis brevirostris</i> Brehm, 1938	18	0.6	8	53.3	61.3
<i>Grimaldina brazzai</i> Richard, 1892	16	0.5	8	53.3	61.3
<i>Alona karua</i> King, 1853	16	0.6	6	40.0	46.0
<i>Alona diaphana</i> King, 1853	14	0.5	8	53.3	61.3
<i>Guernella raphaelis</i> Richard, 1892	10	0.3	3	20.0	23.0
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	8	0.3	3	20.0	23.0
<i>Kurzia longirostris</i> (Daday, 1898)	8	0.3	5	33.3	38.3
<i>Leydigia cf. acanthocercoides</i>	8	0.3	3	20.0	23.0
<i>Alona sp. karelica</i>	6	0.2	3	20.0	23.0
<i>Latonopsis australis</i> -grupo	5	0.1	4	26.7	30.7
<i>Alona sp.1</i>	5	0.2	2	13.3	15.3
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	4	0.1	3	20.0	23.0
<i>Ephemeroporus barroisi</i> -grupo	4	0.2	2	13.3	15.3
<i>Alona sp. 2</i>	4	0.1	3	20.0	23.0
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	3	0.1	2	13.3	15.3
<i>Scapholeberis armata</i> Frey Dumont & Pensaert,	1	0.02	1	6.7	7.7
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sars, 1901	1	0.02	1	6.7	7.7
<i>Alona cf. setulosa</i>	1	0.02	1	6.7	7.7
<i>Oxyurella ciliata</i> Bergamin, 1939	1	0.04	1	6.7	7.7
<i>Bryospilus repens</i> Frey, 1980	1	0.02	1	6.7	7.7

Tabla 7. Parámetros ecológicos de las especies de cladóceros presentes en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de lluvias en agosto de 1997 desde la desembocadura hasta 30 km. río arriba.

Finalmente, las condiciones ambientales en el presente estudio y la dinámica del estero por la presencia /ausencia de la cuña marina (y por ende de los sólidos disueltos) en combinación con la Demanda Química de Oxígeno, provocaron los cambios observados, como se comprobará mas adelante con el análisis de componentes principales.

Analisis bidimensional tipo Olmstead-Tukey e Indice de Valor de Importancia

El análisis bidimensional permitió determinar cualitativamente la correlación existente entre la densidad de cada taxa en función de la frecuencia que presentaron. Se basa en cuadrantes separados por la media de la frecuencia relativa de aparición como primer componente para distinguir a las especies dominantes y constantes de las ocasionales y raras, así como la media del logaritmo natural de la densidad absoluta como segundo componente para delimitar a las especies ocasionales y dominantes de las raras y constantes, distinguiéndose entonces las dominantes por presentar frecuencias y densidades altas (cuadrante I), las ocasionales por tener altas densidades y frecuencias bajas (cuadrante II), las constantes por tener alta frecuencia pero baja densidad (cuadrante III), y las raras por presentar baja frecuencia y densidad (cuadrante IV) (Flores, 1990, Amezcua, 1998; García De León, 1988 en Lugo, 2000).

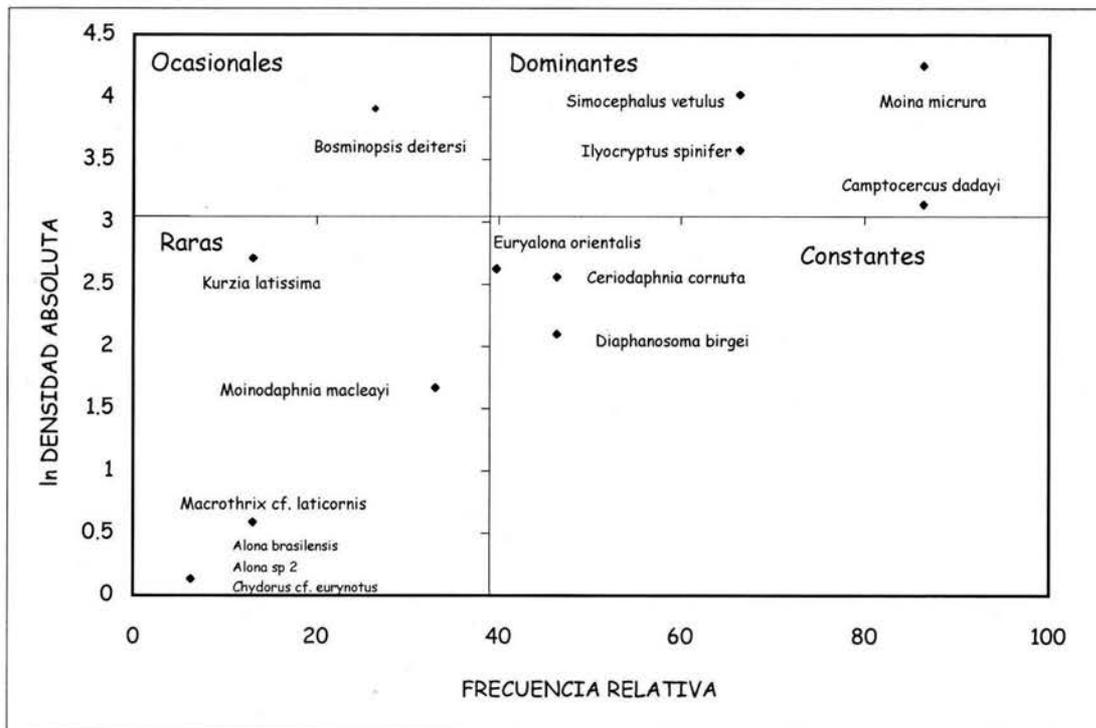


Figura 4. Análisis bidimensional tipo Olmstead-Tukey de las especies de cladóceros presentes durante la temporada de secas.

Durante la temporada de **secas** (Figura 4), el 28.5 % de las especies fue dominante, (*Moina micrura*, *Camptocercus dadayi*, *Simocephalus vetulus*, e *Ilyocryptus spinifer*), el 43% fue clasificado como raras, el 21 % fue constante y solo el 7% se consideró ocasional. Por su parte el Índice de Valor de Importancia (IVI) se presentó relacionado con las mismas especies, en el caso de las dominantes, los valores

fluctuaron como sigue, de 116.6, 100.7, 90.3, a 83.5 en el mismo orden que de dominancia (Tabla 6).

Los resultados del mismo análisis para la temporada de lluvias (Figura 5), muestran que el 17% de las especies fueron clasificadas como dominantes (*Moina micrura*, *Diaphanosoma birgei*, *Ceriodaphnia cornuta-grupo*, *Camptocercus dadayi* y *Bosminopsis deitersi*), el 29 % fue clasificado como constante y el 53 % como raras, coincidiendo con los resultados del IVI para las mismas especies. En el caso de las especies dominantes presentan IVI de 115.0 para las tres primeras, 107.3 para la cuarta y de 99.7 para la quinta (Tabla 7).

En esta temporada 13 especies coincidieron en haber sido reportadas anteriormente en arroyos y ríos (Anexo I). Las especies que estuvieron mejor presentadas por su dominancia y frecuencia en ambas temporadas, son las especies con mayor número de registros en ríos (Saunders & Lewis, 1989), en particular, Davison *et al.*, (2000), reportan a *Diaphanosoma birgei*, *Moina micrura* y a *Ilyocryptus spinifer* como especies abundantes en un ambiente lótico.

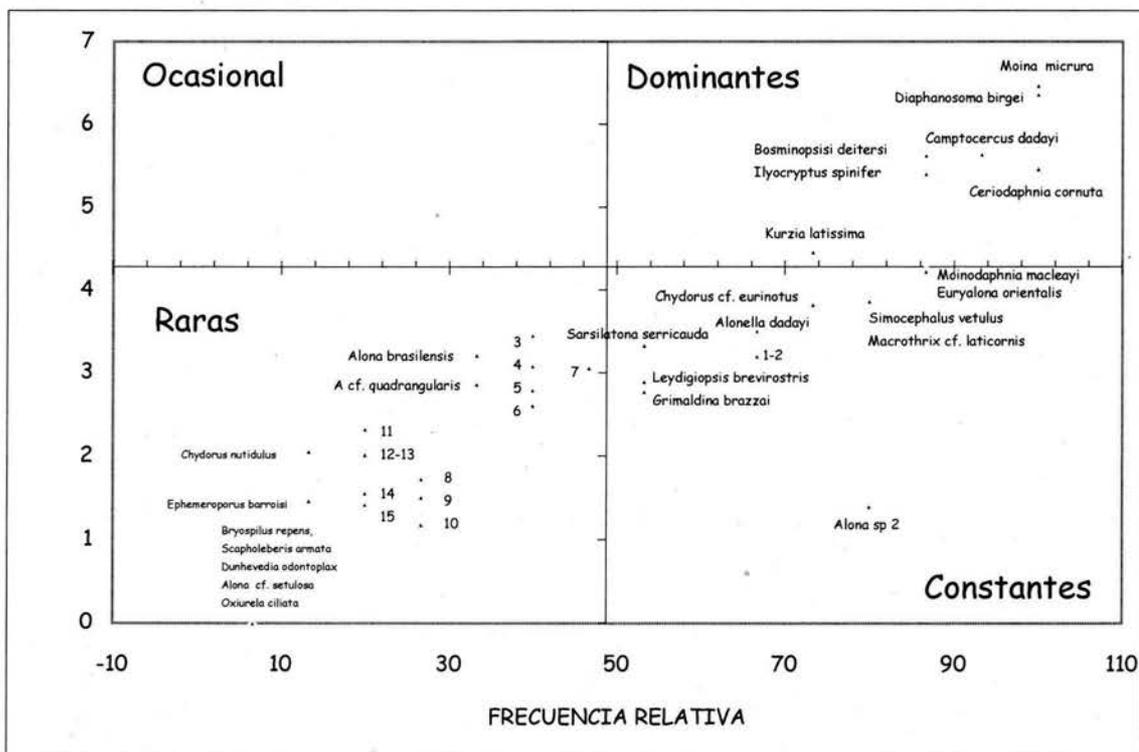


Figura 5. Análisis bidimensional tipo Olmstead-Tukey de las poblaciones de cladóceros presentes durante la temporada de lluvias. 1-15: *Onchobunops tuberculatus*, *Alona cf. pseudoverrucosa*, *Alona eximia*, *Notoalona globulosa*, *Alona karua-grupo*, *Alona diaphana*, *Macrothrix triserialis-grupo*, *Alona karelica*, *Latonopsis australis-grupo*, *Pleuroxus denticulatus*, *Guernella raphaelis*, *Kurzia longirostris*, *Leydigia cf. acanthocercoides*, *Alona sp. 1*, y *Ceriodaphnia dubia*.

Las especies que resultaron poco importantes o raras, posiblemente no pertenezcan al sistema y hayan sido transportadas accidentalmente al río, por ejemplo *Bryospilus repens*, habita en gotas de agua acumuladas en hepáticas, mientras *Scapholeberis armata* forma parte del hiponeuston en aguas tranquilas, por lo tanto ambas especies presentan formas de vida ajenas a un río. La introducción de organismos durante la temporada de lluvias de las zonas aledañas es muy factible, por la cercanía de zonas de inundación y pantanos, por los numerosos escurrimientos que se forman durante esta temporada.

Se puede apreciar que las especies dominantes para la temporada de secas, coinciden con las de la temporada de lluvias, sin embargo, varían tanto en su abundancia como en su distribución a lo largo del río, cambiando por lo tanto su grado de importancia. La única especie, que aparentemente sufrió cambios en su clasificación fue *Simocephalus vetulus* la cual de ser dominante paso a constante por la influencia de la dominancia de otras especies, sin embargo también fue la única que mantuvo su densidad y frecuencia similar en las dos temporadas (Tabla 6, 7).

Riqueza y Densidad

La riqueza y densidad de las estaciones en ambas temporadas fluctuó de una estación a otra, debido principalmente a las condiciones ambientales y al tipo de orden del río en cada estación, considerando la teoría que sustenta que entre mayor sea el orden del río la riqueza aumenta (Margalef, 1983; Cole, 1994).

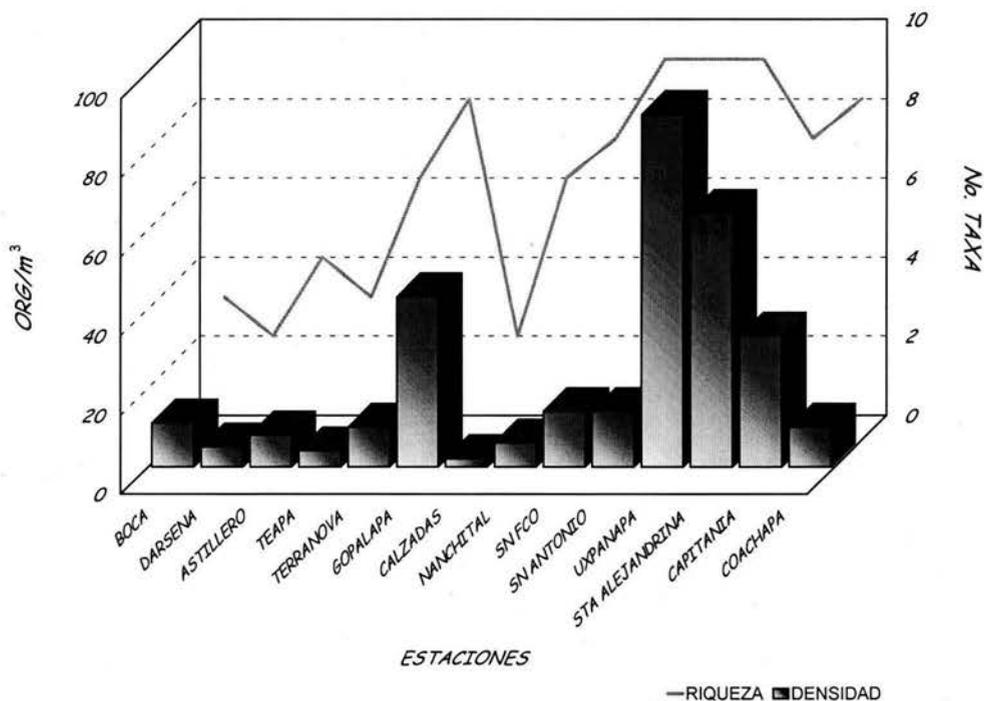


Figura 6. Densidad absoluta org/m³ y riqueza específica por estación, de los cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de secas.

No se contó con muestra biológica de la estación Jícaro durante la temporada de secas.

En la temporada de **secas**, la riqueza específica por estación fluctuó entre dos y nueve taxa, existiendo una ligera tendencia a disminuir en las estaciones cercanas a la desembocadura (Figura 6).

La densidad absoluta varió de dos a 83 org/m³ por estación (Tabla 8), manteniendo valores bajos excepto en Uxpanapa, y Santa Alejandrina donde aumentaron los valores.

Cabe resaltar que el agua presentó un aumento en la salinidad hasta de 2.8 ‰ en la superficie, debido a la presencia de la cuña marina. Tomando en cuenta que las formas dulceacuícolas de cladóceros están limitadas a un intervalo de salinidad menor de 3.0 ‰ (Egborge 1987) no es rara su presencia a esas concentraciones de salinidad. La cuña marina y el aumento de sales en la superficie pudo ocasionar la baja riqueza específica y densidad de especies en el presente trabajo durante la temporada de secas, ya que en hábitats transicionales entre aguas dulces y marinas la riqueza tiende a disminuir (Hammer, 1986 en Willams, 1998).

ESTACIÓN	DENSIDAD ABSOLUTA ORG/m ³	DENSIDAD RELATIVA	RIQUEZA	IDH	DOMINANCIA	EQUITATIVIDAD
BOCA	10	3.5	3	0.64	0.42	0.58
DARSENA	5	1.7	2	0.50	0.28	0.72
ASTILLERO	7	2.4	4	1.15	0.17	0.83
TEAPA	4	1.4	3	1.04	5.36	0.95
TERRANOVA	9	3.1	6	1.68	6.41	0.94
GOPALAPA	40	13.8	8	1.88	9.38	0.96
CALZADAS	2	0.7	2	0.69	0.00	1.00
NANCHITAL	6	2.1	6	1.79	0.00	1.00
SAN FRANCISCO	13	4.5	7	1.82	6.55	0.93
SAN ANTONIO	13	4.5	9	2.10	4.51	0.95
UXPANAPA	83	28.7	9	1.50	0.32	0.68
SANTA ALEJANDRINA	60	20.7	9	1.71	0.22	0.78
CAPITANIA	31	10.7	7	1.58	0.19	0.81
COACHAPA	9	3.11	8	2.04	1.74	0.98

Tabla 8. Parámetros ecológicos por estación en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de secas en enero de 1997 desde la desembocadura (boca) hasta 30 km. río arriba (Jícaro).

En la temporada de **lluvias**, la riqueza específica por estación fluctuó entre 12 y 25 especies (Tabla 9), correspondiendo estos datos a la estación San Antonio y Nanchital respectivamente (Figura 7).

La densidad se presentó por debajo de los 232 org/m³ (Tabla 9) en la mayoría de las estaciones, sobresalen Nanchital, Santa Alejandrina y Coachapa, en las que hubo entre 367 org/m³ y 430 org/m³, estaciones que se encontraron río arriba. Los resultados más bajos se encontraron hacia la desembocadura, por ejemplo, las estaciones Terranova con 44 org/m³ y Gopalapa con 104 org/m³.

Saunders & Lewis (1988), registran para el río Apure hasta 50 org/m³, resultados que coinciden con los observados en varias estaciones del presente estudio.

Las densidades de esta temporada superaron por mucho a la anterior, debido posiblemente a que las condiciones ambientales físicas y químicas favorecieron su presencia, en particular por el retroceso de la cuña marina; además del aporte de organismos de sistemas aledaños.

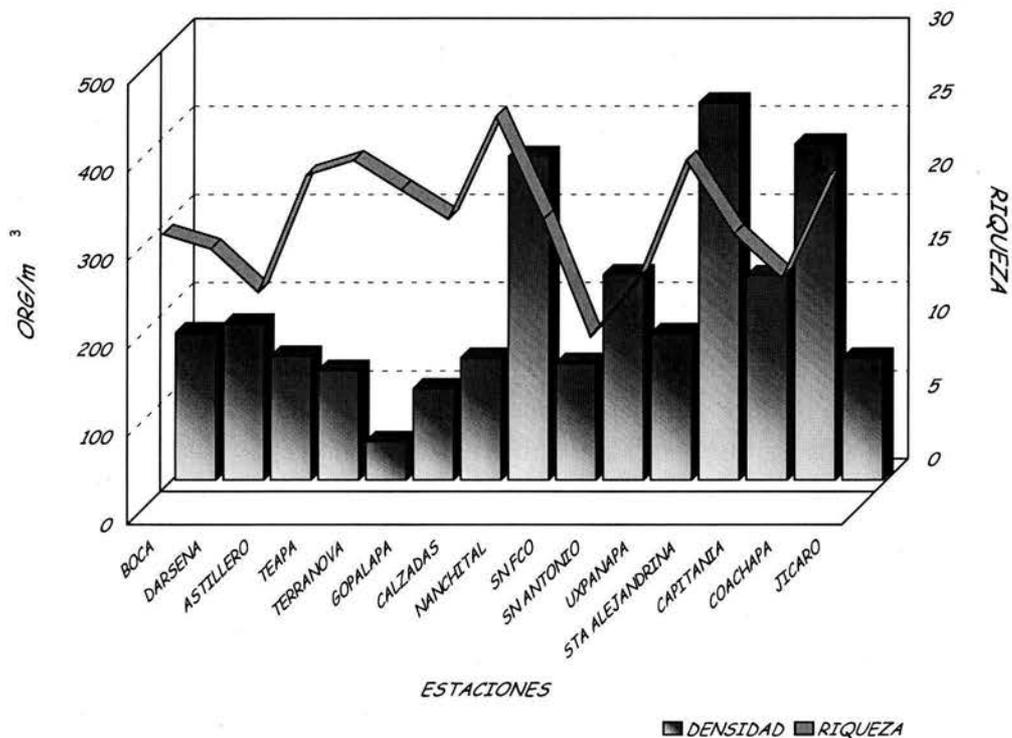


Figura 7. Densidad absoluta y riqueza específica por estación, de los cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de lluvias.

A pesar de observarse organismos de hábitos litorales y bénticos (Anexo I), no es posible comparar todos los resultados sobre densidad, pues desgraciadamente no existen suficientes estudios en ríos tropicales sobre densidad de estos grupos en los que se haya realizado el mismo método de muestreo.

Davison *et al.*, (2000), observaron en el canal principal del río Atchafalaya tres especies que presentaron densidades semejantes a las observadas en el presente

estudio (*Diaphanosoma birgei* 47 org/m³, *Moina micrura* 34 org/m³ y a *Ilyocryptus spinifer* 9 org/m³), mientras Saunders & Lewis, (1988), reconocen en el río Apure hasta 26 org/m³ de *Bosminopsis deitersi*.

	DENSIDAD ABSOLUTA	DENSIDAD RELATIVA	RIQUEZA	IDH	DOMINANCIA	EQUITATIVIDAD
BOCA	167	5.61	19	1.27	0.57	0.43
DARSENA	177	5.95	18	2.06	0.29	0.71
ASTILLERO	141	4.74	15	2.14	0.21	0.79
TEAPA	125	4.20	23	2.28	0.27	0.72
TERRANOVA	44	1.48	24	2.94	0.01	0.94
GOPALAPA	104	3.49	22	2.29	0.26	0.74
CALZADAS	139	4.67	20	2.06	0.31	0.69
NANCHITAL	367	12.33	27	2.27	0.31	0.69
SAN. FRANCISCO	133	4.47	20	2.15	0.28	0.72
SAN. ANTONIO	233	7.83	12	1.74	0.30	0.70
UXPANAPA	166	5.57	16	2.47	0.10	0.89
SANTA. ALEJANDRINA	428	14.37	24	2.07	0.34	0.66
CAPITANIA	232	7.79	19	2.52	0.15	0.85
COACHAPA	381	12.80	16	2.31	0.17	0.83
JÍCARO	139	4.67	23	3.00	0.04	0.96

Tabla 9. Parámetros ecológicos por estación en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz durante la temporada de lluvias en agosto de 1997 desde la desembocadura (boca) hasta 30 km. río arriba (Jícaro).

Diversidad

Se dice que una comunidad tiene una diversidad de especies alta, cuando la abundancia de la mayoría de sus especies es semejante y por lo tanto la incertidumbre para predecir la identidad de un organismo tomado al azar también es alta, o bien se dice que es baja cuando la comunidad esta compuesta por pocas especies o solo unas cuantas son abundantes, en este caso la incertidumbre es menor, al ser mas segura la identidad de una especie elegida al azar. Finalmente, la diversidad indica la complejidad de una comunidad, siendo además medida de la estabilidad de la misma (Brower & von Ende, 1990).

El índice de diversidad de Shannon y Wiener presenta cierta utilidad como criterio de calidad del agua (Washington, 1984; Brower & von Ende, 1990), y aunque se requiere tener cuidado en la interpretación de este índice, Wilhm & Dorris (citado en García, 1991), señalan que un valor mayor a 3 es indicativo de aguas limpias, valores entre 1 y 3 caracterizan aguas moderadamente contaminadas y menor a 1, contaminación alta.

Durante la temporada de secas se observó una disminución en la diversidad hacia la desembocadura (Figura 8), en especial en las estaciones Boca, Dársena y Calzadas, reflejando una contaminación alta (0.5-0.7) según el índice de Wilhm & Dorris (citado en García, 1991). Sin embargo, en las dos primeras influye la penetración de la cuña

marina, por lo cual la disminución de diversidad se asocia más a la salinidad que a contaminación. Esta tendencia de diversidad fue observada por Olvera (1975), en la comunidad del plancton en el río, que disminuyó hacia la desembocadura durante la misma temporada, aunque supera el promedio del presente estudio de 1.4.

Por su parte la estación Calzadas representó la zona de mezcla entre las corrientes de los ríos Coatzacoalcos y Calzadas. El resto de las estaciones (Tabla 8) presentaron contaminación moderada según el índice de diversidad (1-2).

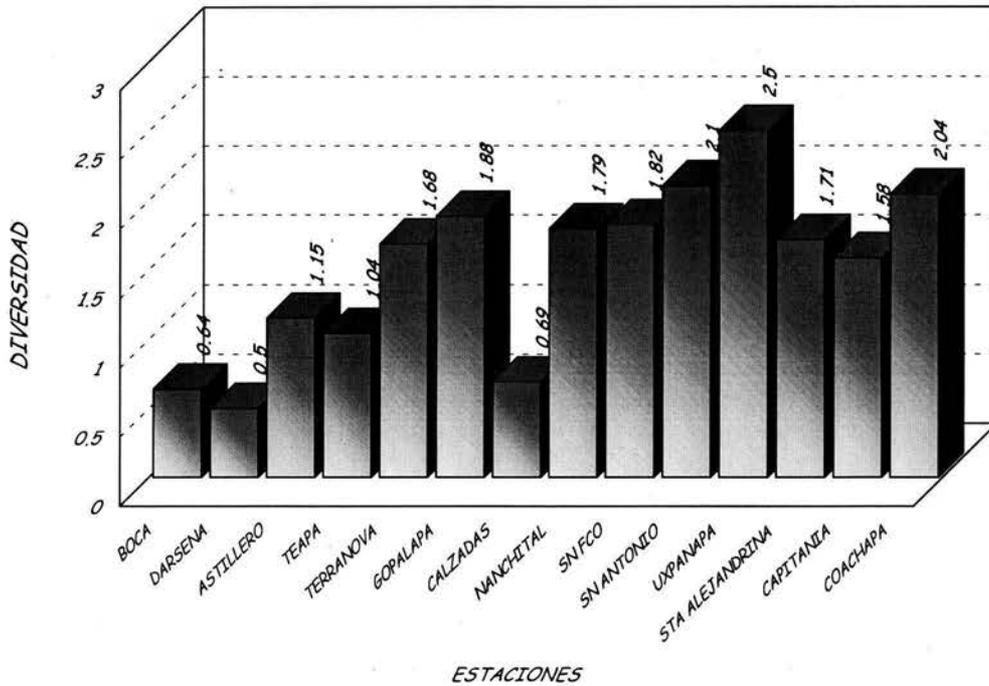


Figura 8. Diversidad por estación, de cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de secas. Clasificación de Wilhm y Dorris (citado en García, 1991) 3 aguas limpias, 1-3 Contaminación moderada, 1, contaminación alta.

En la temporada de **lluvias**, la diversidad observada se mostró más homogénea entre las estaciones, presentando un promedio de 2.2, superior al de la temporada anterior, fluctuando entre 1.2 de la estación Boca a 3.0 en Jícara (Tabla 9), lo cual corresponde a una contaminación moderada según la clasificación de Wilhm y Dorris (citado en García, 1991).

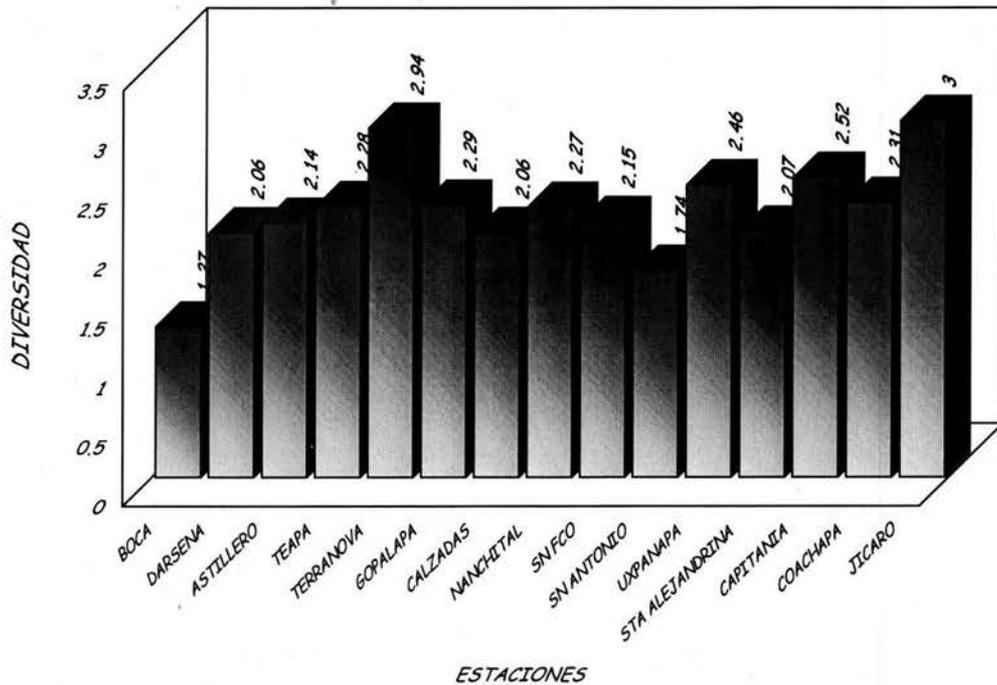


Figura 9. Diversidad por estación, de cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de lluvia. Clasificación de Wilhm y Dorris (citado en García, 1991), 3 aguas limpias, 1-3 Contaminación moderada; 1, contaminación alta.

Las estaciones con el IDH mas bajo, fueron Boca y San Antonio, la primera con influencia marina y la segunda por las aguas de desecho de la ciudad de Minatitlán (Figura 9).

Al aumentar la riqueza especifica y observarse mayor homogeneidad en las densidades de las especies, se favoreció el aumento en la diversidad, en particular en las estaciones Terranova y Jícaro durante la temporada de lluvias.

Brower & Von Ende (1990), mencionan que debido a que se subestima el numero de especies de la comunidad completa en el cálculo de la diversidad, la falta de datos de las especies raras, no influye en los valores del IDH, no así en los resultados de diversidad máxima (H_{max}) y equitatividad ($E = H/H_{max}$), como se verá mas adelante.

Equitatividad y Dominancia

La equitatividad es la medida que refleja la homogeneidad relativa de los taxa en cada estación y considera el valor de diversidad máxima. Cuando la comunidad presenta dominancia, alta, la diversidad tiende a bajar, y al disminuir la dominancia y aumentar la equitatividad la diversidad aumenta (Brower & von Ende, 1990).

En la temporada de secas (Figura 10), la equitatividad predominó en todas las estaciones incluso llegando a la unidad en las estaciones Calzada y Nanchital, lo cual significa que no existieron especies dominantes, excepto en la desembocadura, donde se observó dominancia de *Moina micrura* (8 org/m³) sobre *Simocephalus vetulus* y *Camptocercus dadayi* (1 org/m³).

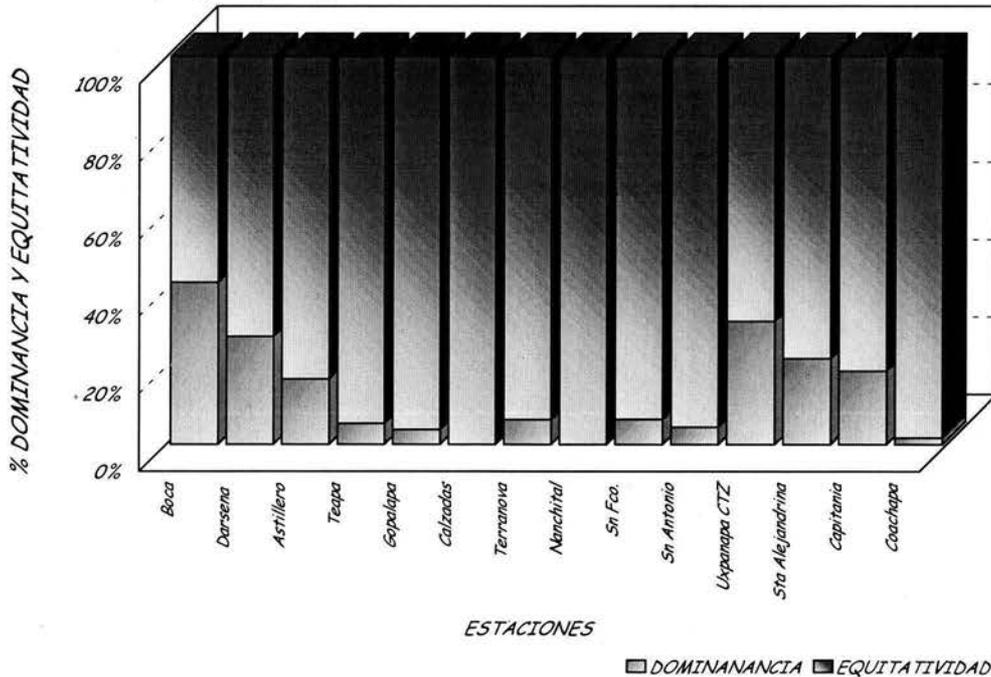


Figura 10. Dominancia y equitatividad por estación, de los cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de secas.

La dominancia puede estar determinada según el intervalo de tolerancia de las especies y su mejor desarrollo, o bien, puede ser provocada por el azar. Por ejemplo, en la estación Calzadas, no hay dominancia, ya que solo se presentaron dos especies (*Diaphanosoma birgei* y *Camptocercus dadayi*), con densidades iguales de 1 org/m³. La falta de datos de las especies "raras", tienen gran influencia sobre equitatividad (Brower & von Ende, 1990) y cualquier modificación por pequeña que sea puede modificar la tendencia de dominancia o equitatividad, aun más cuando las densidades de los organismos son bajas.

Durante la temporada de lluvias, los resultados fueron ligeramente menos equitativos respecto de la temporada de secas (Figura 11), excepto por la estación Boca, donde aumentó ligeramente la dominancia por el aumento en la densidad de *Moina micrura* y *Diaphanosoma birgei* (Tabla 9).

Moina micrura coincidió en ser la especie dominante en la desembocadura para ambas temporadas, junto con *Camptocercus dadayi* y *Simocephalus vetulus*, lo cual puede representar a especies tolerantes a mayor intervalo de salinidad que el resto de las

especies. Dodson & Frey (1991) reconocen a algunos integrantes del genero *Moina* como tolerantes a cierta salinidad.

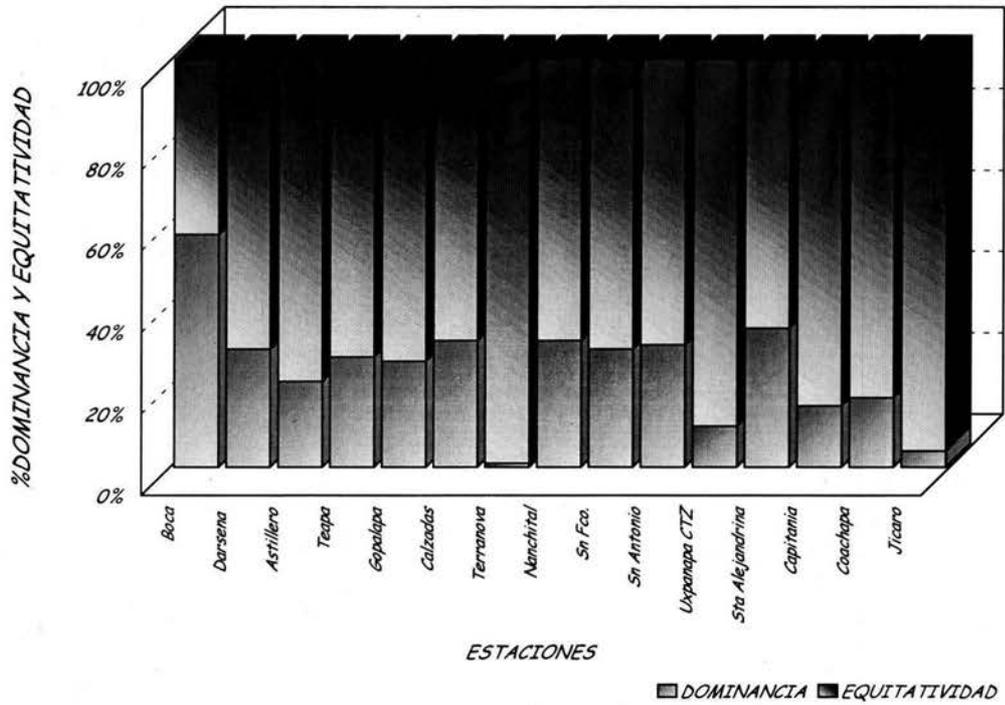


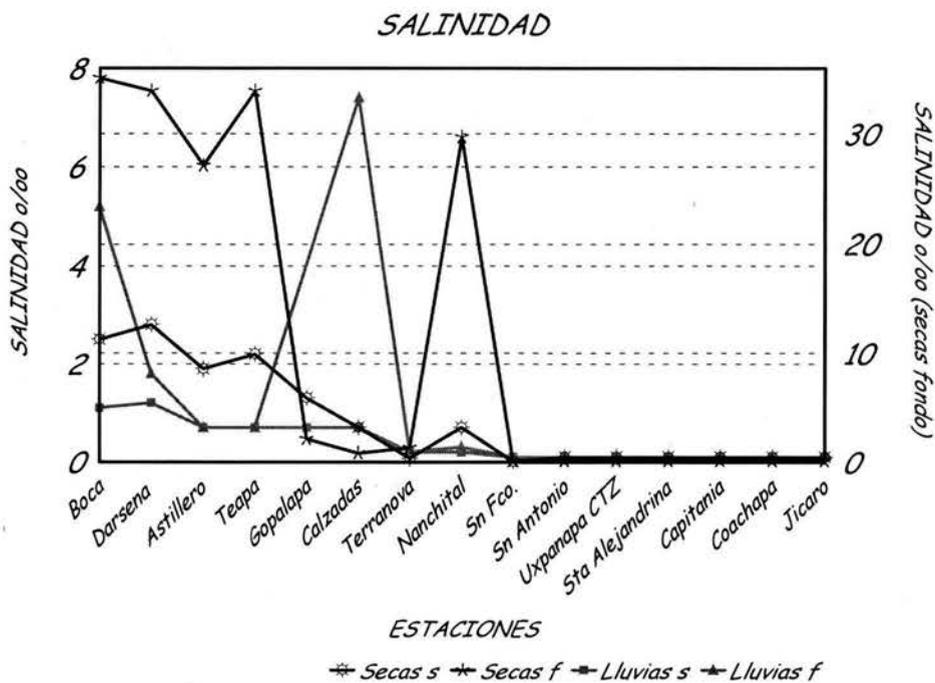
Figura 11. Dominancia y equitatividad por estación, de los cladóceros de la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, durante la temporada de lluvias.

Análisis de características físicas, químicas y contaminantes del agua.

Salinidad

La salinidad de las aguas estuarinas se encuentra entre 0.5 ‰ y 35 ‰, éste intervalo es llamado salobre y se expresa como la concentración total de sales en gramos contenida en un 1 kilo de agua de mar, que incluye todas las sales inorgánicas disueltas, aunque se compone principalmente por iones de sodio y cloro (Mc Lusky, 1989).

La variación de ésta variable, fue estacional, comportándose como un estero bien estratificado durante la temporada de **secas** el cual según la clasificación de Mc Lusky (1989), fue positivo, al presentar mayor entrada de agua dulce que flota sobre la salada y se mezclan gradualmente en la columna de agua. En la temporada de **lluvias** la influencia salina es mínima (Figura 12).



IZT.

Figura 12. Salinidad ‰ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y la temporada de lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Los valores de salinidad fluctuaron de la siguiente manera:

De la estación Nanchital hacia la desembocadura, los valores de salinidad fueron mayores, río arriba (San Francisco-Jícaro), los valores fueron bajos y estables dividiendo de esta forma al río en dos secciones (Figura 12)

En la temporada de **secas**, los valores de salinidad superficial fluctuaron de 0.1 a 2.8 ‰ con un promedio de 0.9 ‰ (Anexo III), presentando las concentraciones más altas de la desembocadura a la zona media en la estación Gopalapa, disminuyendo drásticamente a partir de esta a valores inferiores de 0.7 ‰ hasta la estación Jícaro. En las aguas de fondo de la estación Boca hasta Nanchital, los valores fueron altos de 35.1 a 29.7 ‰ haciendo evidente la presencia de la cuña de mar, a partir de la estación San Francisco los valores disminuyeron a 0.1 ‰ manteniéndose estables río arriba.

Es notable que en el fondo de las estaciones Gopalapa, Calzadas y Terranova, la salinidad disminuyera drásticamente, encontrándose asociadas al aporte del río Calzadas, dejando un punto intermedio en Nanchital, donde las corrientes y la orografía permitieron aislar una masa de agua con salinidad de 33.8 ‰.

En la temporada de **lluvias**, se observa un comportamiento similar a la temporada anterior (Figura 12), aunque con valores de salinidad bajos. El máximo en la superficie fue de 1.2 ‰, cercano a lo considerado como aguas dulces de <1 ‰-3 ‰ (De La Lanza, 1998; Williams, 1998).

El aumento de la salinidad está asociado a procesos que reciben grandes cantidades de material proveniente de procesos erosivos, actividades humanas, industriales y agrícolas (UNESCO, *et al.*, 1992), o bien de influencia marina como es el caso del presente estudio.

La disminución de la salinidad respecto de la temporada de secas se debió a la entrada de un volumen alto de agua dulce aportado por las lluvias y escorrentías, provocando el desplazamiento de la cuña marina. Río abajo el valor máximo de salinidad fue en el fondo (7.4 ‰) de la estación Calzadas, presentándose como un punto aislado, sin asociarse con agua marina por encontrarse lejos de la desembocadura, donde inclusive las concentraciones fueron menores (Anexo III).

Los resultados coinciden totalmente con las estaciones climáticas de invierno en enero, donde el mar penetra en el río por la disminución en la corriente, y al verano en agosto, donde el aumento del volumen de agua dulce de las lluvias desplaza la cuña marina. Esta estacionalidad climática también fue observada por Guerra en 1990 y por el IMP, en 1997a.

Sólidos disueltos

Los sólidos totales disueltos (STD), son importantes por su disponibilidad para especies filtradoras por incluir cloruros, calcio, magnesio, fosfatos y muchos otros nutrientes, por lo que son un excelente indicador de la productividad del agua (William, 1987).

En la temporada de **secas** los valores de STD oscilaron de 2995 a 60 mgL⁻¹ en la superficie y mostraron un incremento considerable en el fondo con un máximo de 37495 mgL⁻¹ en la desembocadura (Anexo III). Mc Lusky (1989) menciona que el mayor aporte de sólidos disueltos se da por las sales del mar, sobre todo en las zonas de unión entre las aguas saladas y dulces, lo cual explica el aumento en la zona baja, donde está presente la cuña marina.

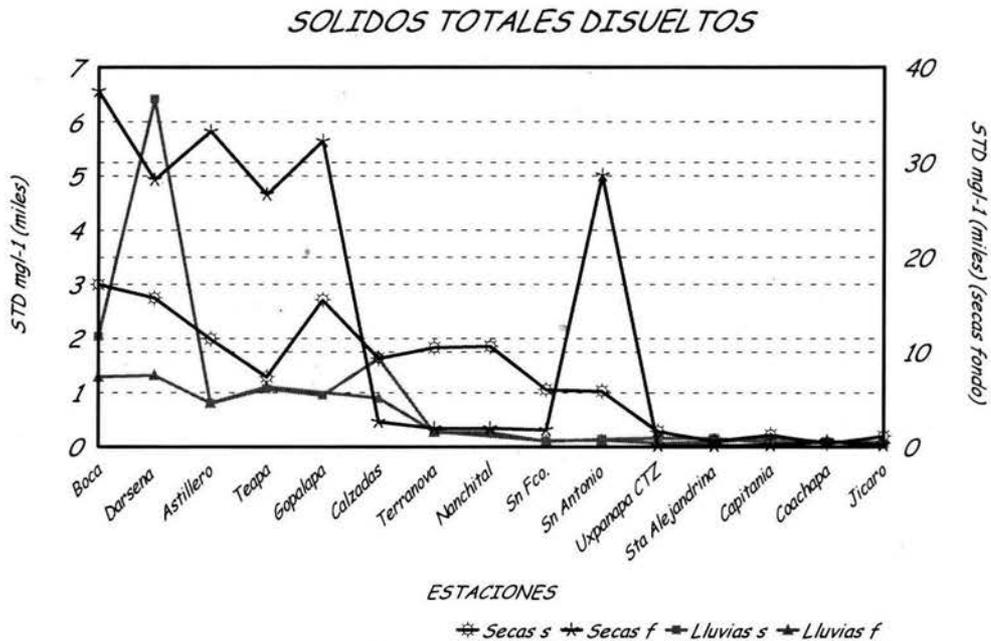


Figura 13. Sólidos Totales Disueltos mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

La estación San Antonio presentó valores muy altos de STD (28620 mgL⁻¹), encontrándose como un punto aislado (Figura 13), quedando sujeto a las características propias de las aguas del arroyo que confluyen al río Coatzacoalcos.

En la temporada de **lluvias** los STD disminuyeron notablemente, por el desplazamiento de la cuña marina debido al aporte de una masa de agua dulce. Los valores máximos y mínimos en la superficie fueron de 45 mgL⁻¹ a 6410 mgL⁻¹ y de 65 mgL⁻¹ a 1310 mgL⁻¹ en el fondo (Anexo III). Solo las estaciones Dársena y Calzadas en la superficie

presentaron valores altos respecto a las otras estaciones de muestreo, caracterizándose por ser puntos con gran influencia industrial y humana.

No existen criterios especiales para la protección a la vida acuática sobre esta variable, sin embargo, para cultivo de especies sensibles de peces las concentraciones óptimas necesarias van de 500 a 1000 mgL⁻¹ (DOF, 1990), superadas por mucho en varias estaciones de muestreo en ambas temporadas.

Temperatura.

En la temporada de **secas** el intervalo de temperatura superficial fue de 22.2 a 24.4°C, con un promedio de 23.1 ± 0.6°C; el promedio de fondo fue de 22.6 ± 0.7°C. En **lluvias** el intervalo superficial fue de 27.9 a 29.4°C con un promedio de 28.7 ± 0.4°C y de 28.5 ± 0.4°C en el fondo (Anexo III). Ambas temporadas coinciden con lo observado por Guerra en 1990.

Estos resultados se mantuvieron dentro de los criterios considerados para la protección a la vida acuática, al no aumentar más del 1.5 °C según condiciones naturales (DOF, 1990).

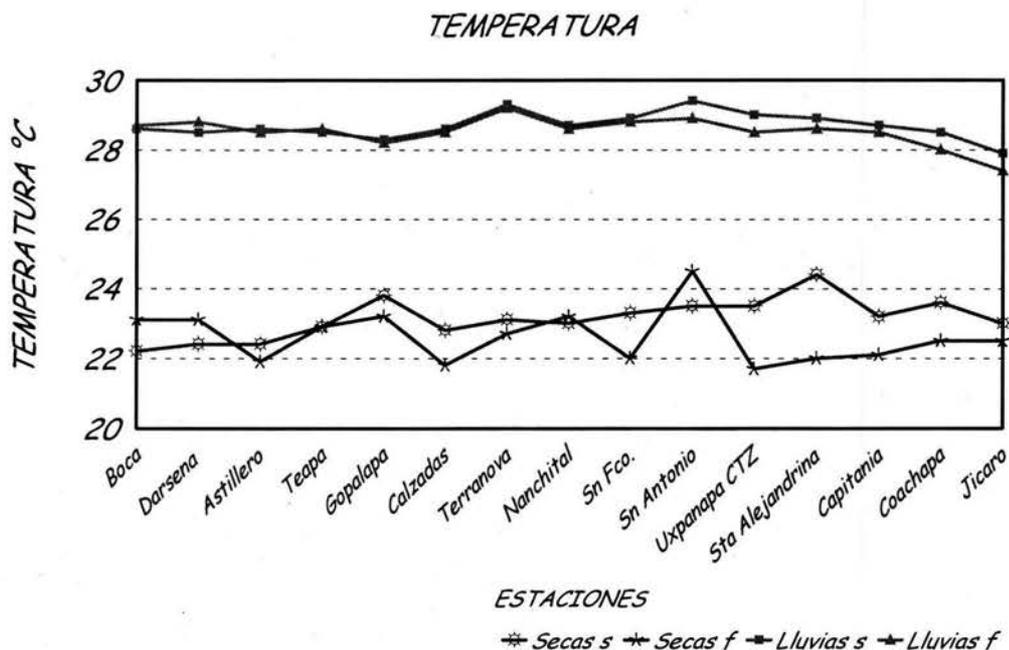


Figura 14. Temperatura °C, a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Las diferencia de temperatura entre superficie y fondo presentó mayor variación en la temporada de **secas** (Figura 14), con valores ligeramente mas altos en superficie por

la influencia de la radiación solar. En la temporada de lluvias, los valores fluctúan mínimamente, al presentar mayor homogeneidad en la columna de agua provocada por las corrientes, haciendo evidente el papel de las condiciones climáticas estacionales.

Oxígeno disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto, se asociaron a cambios estacionales y presentaron cambios ligeros entre la superficie y el fondo (Figura 15).

En invierno, para la temporada de secas, el oxígeno disuelto registró valores de 4.8 mgL⁻¹ a 8.4 mgL⁻¹ en el fondo, y en la superficie de 4.7 mgL⁻¹ hasta 8.2 mgL⁻¹. En la figura 15 se observa un ligero aumento en la superficie, por el intercambio atmosférico y la producción de oxígeno por el fitoplácton.

Los valores reportados en el presente trabajo, superan el promedio mencionado por Guerra en 1990 para este mes (5 mgL⁻¹) y el promedio de los diez últimos años de 6.5 mgL⁻¹ reportados por el IMP, (1997a).

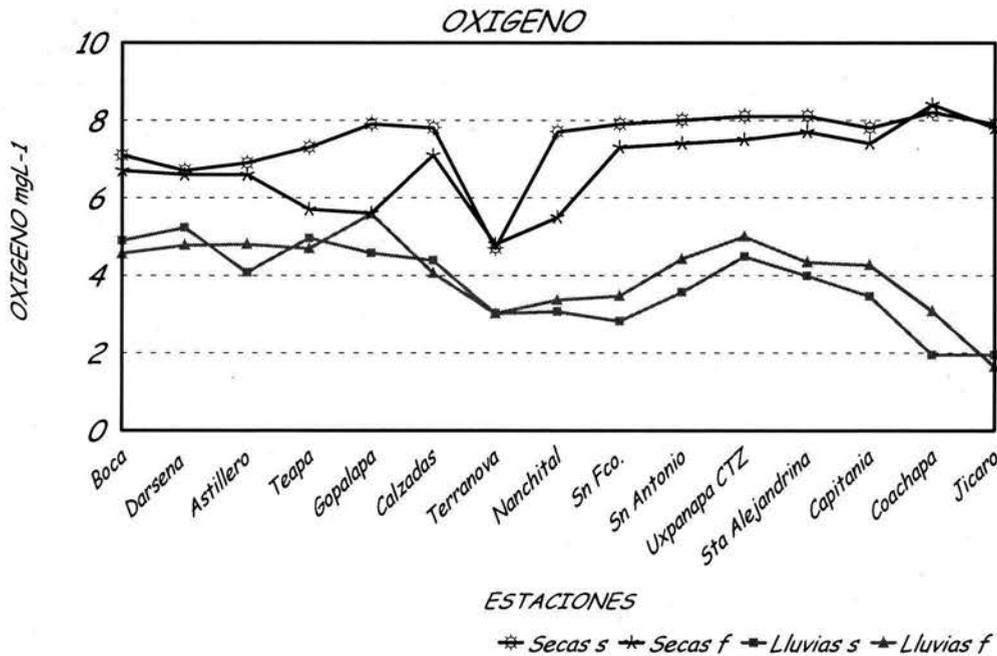


Figura 15. Oxígeno mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Solo en la estación Terranova la concentración de oxígeno (tanto de superficie como de fondo), se presentó por debajo del límite mínimo permisible para la protección a la vida acuática de 5 mgL⁻¹ (DOF, 1990). No es posible explicar esta disminución por la influencia de la temperatura o la materia orgánica, por lo cual su origen debe estar

relacionado a la influencia de las características del río Calzadas, que incide directamente en este punto.

En verano, durante agosto, el incremento de temperatura provocó una menor disolución del oxígeno en el agua, además, según Margalef (1983), la agitación acelerada no permite la sobresaturación de este gas, coincidiendo con el aumento de la velocidad de la corriente durante la temporada de lluvias. Las concentraciones en la superficie fueron de 1.9 mgL^{-1} a 5.2 mgL^{-1} aumentando ligeramente en el fondo. Las bajas concentraciones obtenidas en esta temporada, pudieron tener influencia del aporte de materia orgánica proveniente de los ecosistemas terrestres aledaños, puesto que el oxígeno es utilizado por los microorganismos para degradarla (Chapman & Kimstach, 1992. en Méndez, 1998).

Con excepción de las estaciones Dársena (superficie) y Gopalapa (fondo) (Figura 15), las concentraciones de oxígeno durante esta temporada se presentaron por debajo de 5 mgL^{-1} límite mínimo para la protección a la vida acuática.

pH

Durante la temporada de secas se presentó un pH ligeramente básico tanto en superficie (7.7 a 8.6), como en fondo (7.7 a 8.3), provocado por la naturaleza de los suelos calizos por los que atraviesa el río (Méndez, 1998). En la Figura 16, se puede observar la tendencia a un ligero aumento de pH río abajo. Estos resultados, no coinciden con el promedio reportado por Guerra (1990), de 5.5 para el mes de enero, aunque fue cercano al pH obtenido por la CNA, en la estación de monitoreo Muelle Minatitlán durante el mismo mes en 1997 de 7.8.

El pH disminuyó en la temporada de lluvias presentando valores neutrales y ligeramente ácidos que fueron de 6.1 a 7.1 en superficie y de 6.4 a 7.3 en el fondo (Anexo III), correspondiendo con Guerra (1990) y con la CNA (1997), que informan de aguas ligeramente ácidas y neutras en la temporada de mayor influencia pluvial. Esta disminución de pH está asociada a los aportes industriales y la deposición atmosférica ya que pueden afectar fácilmente el pH (Chapman & Kimstach, 1992. en Méndez, 1998), presentando un comportamiento típico de un río tropical, los cuales según Payne (1986), se encuentran en un intervalo de 7.5 a 4.3.

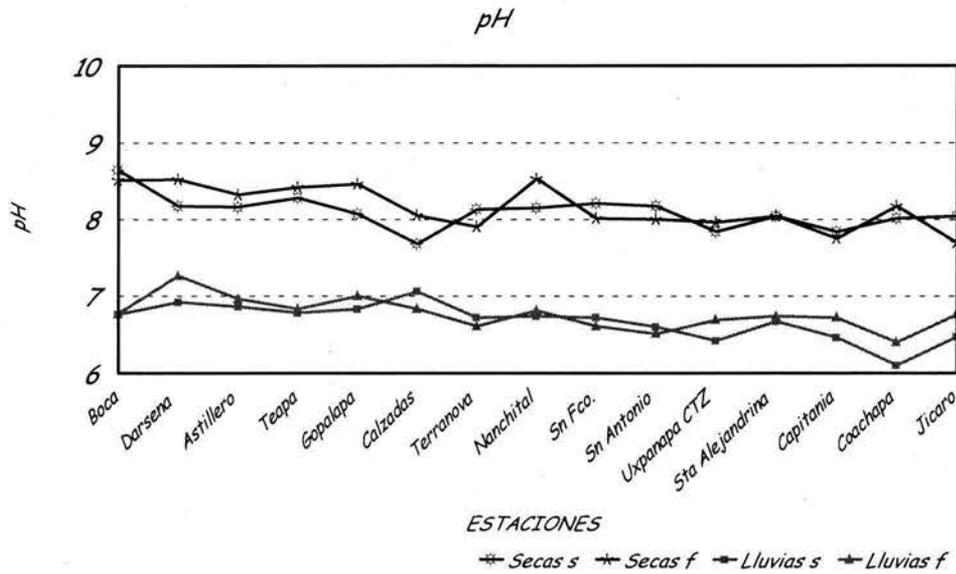


Figura 16. pH a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

En los criterios ecológicos mexicanos (1990), se propone una calidad aceptable para el desarrollo de la vida acuática cuando no se presenten variaciones mayores a 0.2 unidades de pH, tomando como base el valor natural estacional, desafortunadamente, no existe tal promedio estacional pues éste varía de año en año, por ejemplo, Guerra en 1990, reporta 5.2 en invierno y 6.8 en verano, mientras la CNA, en invierno encontró un pH promedio de 7.5 y 7.8 en verano para las estaciones de monitoreo Puente Coatzacoalcos y Muelle Minatitlán, durante 1996, por cual, no es posible utilizar los criterios ecológicos como una referencia de la calidad del agua por la dificultad de establecer un promedio mensual.

Sin embargo, la norma canadiense para la vida acuática (UNESCO, *et al.*, 1992), considera que aguas con valores de pH entre 6.5 y 9 son aceptables para el desarrollo de la vida acuática coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo.

Alcalinidad total

El término de alcalinidad de las aguas se refiere generalmente a la cantidad y tipo de compuestos que tienden a neutralizar un ácido, estos compuestos son carbonatos, bicarbonatos e hidroxilos y con menor frecuencia boratos, silicatos, fosfatos y aniones provenientes de la disociación de ácidos débiles (Seoanez, 1995), aunque solo se expresa como mgL^{-1} de CaCO_3 .

La alcalinidad fluctuó de 50.8 mgL^{-1} a 85.6 mgL^{-1} con un promedio de 66.7 mgL^{-1} en la superficie durante la temporada de secas, y en el fondo de 51.6 mgL^{-1} a 115.6 mgL^{-1} con un promedio de 87.2 mgL^{-1} . En la figura 17 se observa un aumento notable en la

superficie de la estación Terranova, en la confluencia de las aguas del río calzadas, y en el fondo pulsos en las estaciones Gopalapa, Nanchital, y San Antonio, todas ellas con influencia industrial y urbana.

En la temporada de lluvias los valores disminuyeron debido a la dilución. En la superficie, se presentó un intervalo de 42 mgL^{-1} a 96 mgL^{-1} con un promedio de 56.0 mgL^{-1} , se observan además aumentos en las estaciones Dársena y Uxpanapa (Figura 17). En el fondo se presentó un intervalo de 22.0 mgL^{-1} a 76.0 mgL^{-1} y un promedio de 50.0 mgL^{-1} .

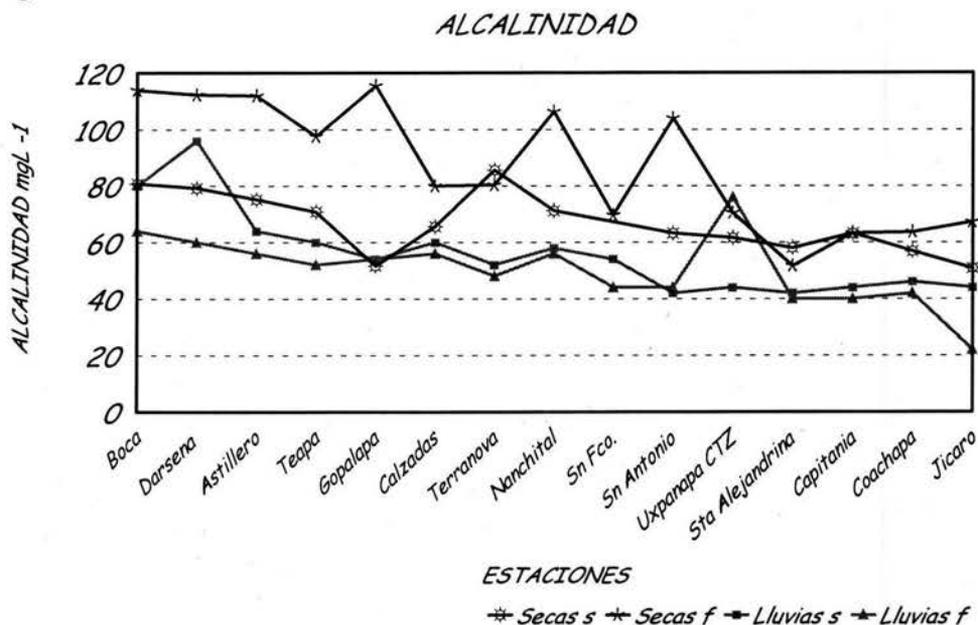


Figura 17. Alcalinidad mgL^{-1} a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Según los criterios ecológicos para protección de la vida acuática (1990), la alcalinidad natural de un cuerpo no debe ser reducida en más del 25% cuando esta sea menor o igual a 20.0 mgL^{-1} , por lo cual los valores encontrados en ambas temporadas se presentan superiores al valor mínimo requerido para la protección a la vida acuática, además de coincidir con el promedio considerado en la última década de 58.0 mgL^{-1} (IMP, 1997a).

La tendencia de la alcalinidad en ambas temporadas fue a presentar concentraciones mayores al mínimo requerido en los criterios, por lo que según Margalef (1989 en Burgos 1997) hasta con 90.0 mgL^{-1} de CaCO_3 se consideran aguas moderadamente alcalinas. Los valores más altos pueden ser resultado del aporte de los desechos industriales y domésticos que arrojan una buena cantidad de carbonatos y bicarbonatos al agua, además de la influencia natural de la respiración de los organismos y del material aportado de los suelos calizos por los que atraviesa el río (Méndez, 1998).

Turbiedad

En la Figura 18, se observa el comportamiento de la turbiedad durante las dos temporadas de estudio, tanto en superficie como en fondo.

En la temporada de **secas** la turbiedad se mostró homogénea, los valores fueron de 4 a 11 NTU en la superficie y de 1 a 13 NTU en el fondo (Anexo III).

En la temporada de **lluvias** los valores de turbiedad se incrementaron notablemente, en superficie fueron de 13 hasta 110 NTU, y en el fondo de 11 a 167 NTU (Anexo III), estos aumentos fueron provocados por las **lluvias** y la consecuente erosión del suelo y por la resuspensión de sólidos del fondo. Es posible observar variabilidad de una estación a otra, con cierta tendencia de aumento hacia la zona alta, sobre todo en las últimas cuatro estaciones.

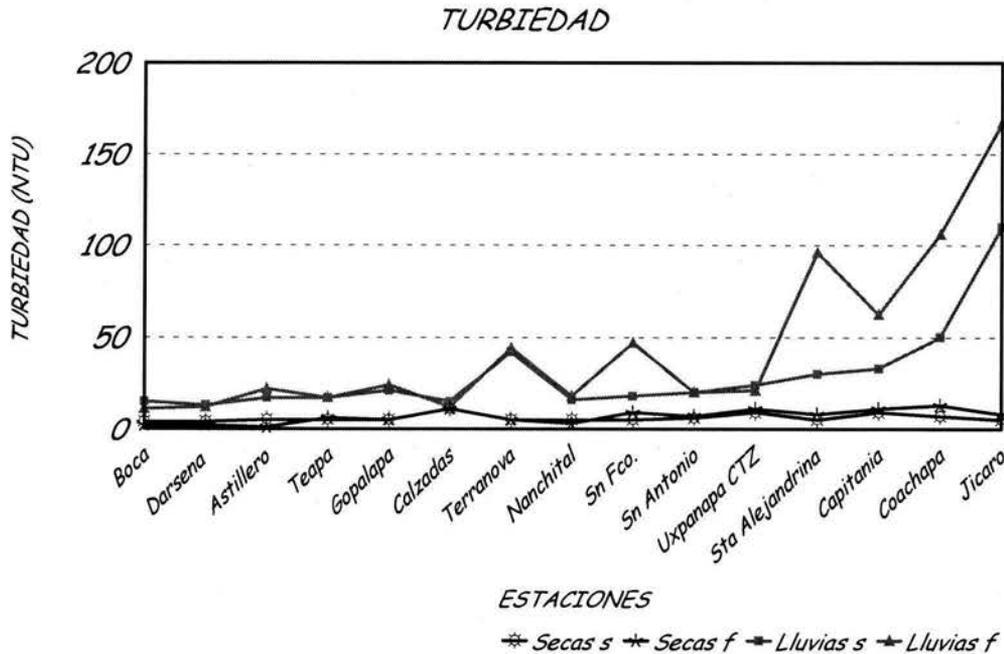


Figura 18. Turbiedad (NTU), a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Dado que no existen registros anteriores que pudiesen servir como parámetro de comparación con los criterios ecológicos para la protección de la vida acuática (DOF, 1990), no fue posible determinar en que condiciones se encuentra la turbiedad respecto a sus condiciones naturales.

Aunque según la UNESCO, *et al.*, (1992) los valores normales de turbidez en un río se encuentran en el intervalo de 1 a 1,000 NTU, lo cual significa para el presente estudio condiciones normales de ésta variable.

Nutrientes

Los nutrientes primarios son los iones del nitrógeno (NO_3 , NO_2 y NH_4) y el fósforo, (PO_4) y son los responsables abióticos de la productividad, así como de la diversidad y dinámica de la biota acuática (Seoanez, 1995).

En ambas temporadas, los nutrientes presentaron mayores concentraciones en el fondo.

Nitratos

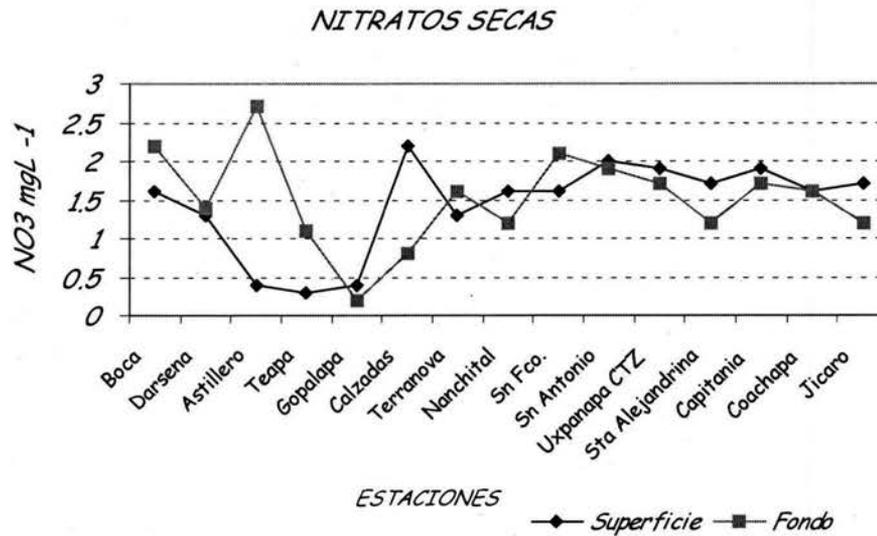


Figura 19. Nitratos mgL^{-1} a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas, en superficie y fondo.

En la temporada de *secas* la superficie presentó un intervalo de 0.3 mgL^{-1} a 2.2 mgL^{-1} de nitratos en agua y un promedio de 1.4 mgL^{-1} (Anexo III), con una disminución notable con respecto al fondo en Astillero, Teapa y Gopalapa, aumentando drásticamente en Calzadas (Figura 19). En el fondo se observó un intervalo de 0.2 mgL^{-1} a 2.7 mgL^{-1} y un promedio de 1.5 mgL^{-1} ligeramente mayor a la superficie con un aumento notable en Astillero (2.7 mgL^{-1}), donde se reciben los desechos del astillero de la marina y del tráfico marítimo. Con excepción de las estaciones mencionadas, no se observa tendencia alguna en el resto de las estaciones de muestreo. Los resultados no coinciden con lo reportado por la CNA (1997) durante el mismo mes de muestreo de 0.1 mgL^{-1} de la estación de monitoreo Puente Coatzacoalcos.

NITRATOS LLUVIAS

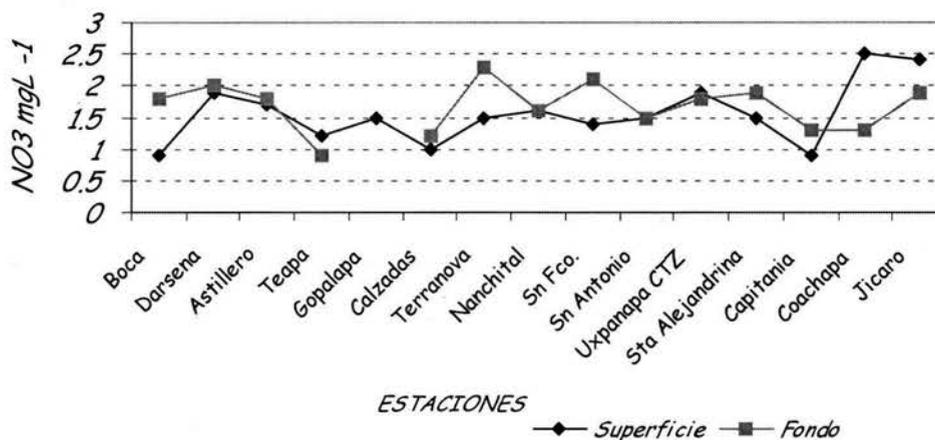


Figura 20. Nitratos mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de lluvias, en superficie y fondo.

En la temporada de lluvias el promedio de la concentración de nitratos fue ligeramente mayor a la temporada anterior (Anexo III), con un intervalo en superficie de 0.9 mgL⁻¹ a 2.5 mgL⁻¹ y con un promedio de 1.6, en el fondo se presentaron de 0.9 mgL⁻¹ a 2.3 mgL⁻¹ con un promedio ligeramente mayor de 1.7 mgL⁻¹ (Figura 20). Los resultados tampoco coinciden con los obtenidos por la CNA (1997) en el mismo mes de muestreo de 0.5 mgL⁻¹ en la estación de monitoreo Puente Coatzacoalcos.

En México no existe normatividad ni criterios ecológicos al respecto para protección de la vida acuática en aguas dulces, aunque según la UNESCO *et al.*, (1992), concentraciones menores a 1.0 mgL⁻¹ se consideran normales y superiores a estas podrían favorecer el crecimiento de especies o grupos indeseables por lo cual los resultados obtenidos en el presente estudio se consideran altos.

Las concentraciones elevadas de nutrientes pueden estar asociadas al aporte de la vegetación, de los pantanos adyacentes, los fertilizantes y las excretas humanas, además de la presencia de porquerizas ubicadas a lo largo del río sobre el transecto que se monitorea. Los resultados obtenidos superan por mucho el promedio de los diez últimos años en la cuenca baja de 0.3 mgL⁻¹ (IMP, 1997a).

En ambas temporadas, las variaciones entre estaciones fueron notables, sin presentar homogeneidad alguna quedando sujetas a las características propias de los aportes de los afluentes cercanos.

Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno amoniacal se encuentra en forma natural en cuerpos de agua, proveniente del rompimiento del nitrógeno orgánico y el material inorgánico del suelo y agua, de la excreción de la biota, la reducción del nitrógeno gaseoso en el agua por medio de la acción microbiana y del intercambio de gases con la atmósfera (Chapman y Kimstach, en Méndez 1998).

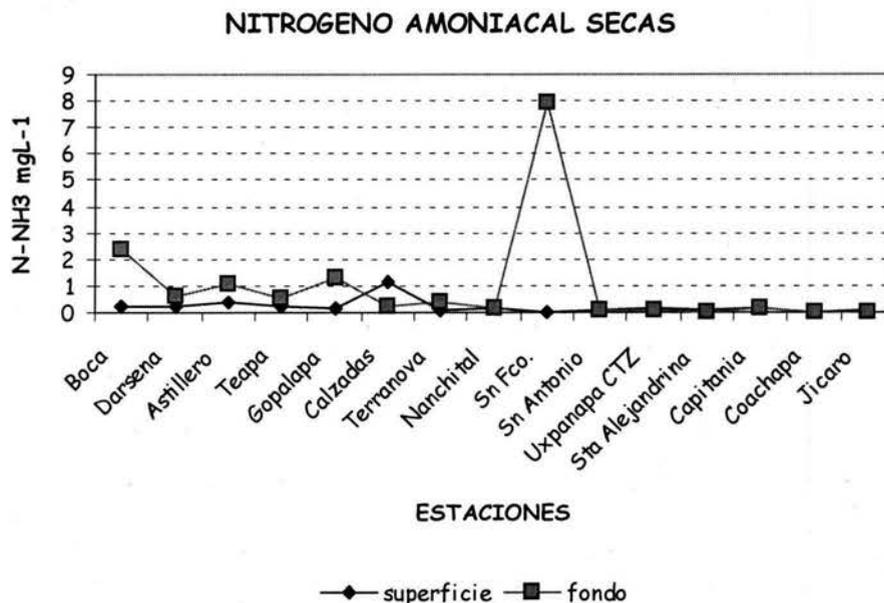


Figura 21. Nitrógeno amoniacal mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas, en superficie y fondo.

El nitrógeno amoniacal en la temporada de **secas** presentó un intervalo de 0.02 mgL⁻¹ a 1.2 mgL⁻¹ en la superficie con un promedio de 0.2 mgL⁻¹, las concentraciones de fondo fueron mayores, presentando un intervalo de 0.01 mgL⁻¹ a 7.9 mgL⁻¹ con un promedio de 0.99 mgL⁻¹(Anexo III).

Se observaron puntos intermitentes con valores altos en la estación Calzadas (1.2mgL⁻¹) en la superficie, y en las estaciones Boca y San Francisco en el fondo con valores de 2.4 mgL⁻¹ y 7.9 mgL⁻¹ respectivamente (Figura 21). Este último presenta concentraciones muy altas por tener influencia directa de las aguas del arroyo San Francisco, el cual recibe los desechos urbanos de la ciudad de Minatitlán.

Durante la temporada de **lluvias**, el intervalo en superficie fue de 0.16 mgL⁻¹ a 4.0 mgL⁻¹ con un promedio de 1.2 mgL⁻¹; en el fondo, el intervalo fue de 0.3 mgL⁻¹ a 1.4 mgL⁻¹ y el promedio de 0.6 mgL⁻¹. En esta temporada, también se presentaron estaciones con valores muy altos en superficie, (Figura 22), tal es el caso de Dársena, San Francisco y San Antonio (3.9 mgL⁻¹, 2.3 mgL⁻¹, y 4.0 mgL⁻¹), todas asociadas a afluentes con impacto industrial y urbano.

Solo algunas estaciones de la temporada de **secas** se presentaron por debajo del máximo permisible en los criterios ecológicos (DOF, 1990) de 0.06 mgL^{-1} para la protección de la vida acuática, el resto lo superan por mucho, lo cual representa un peligro, ya que las altas concentraciones de esta fracción del nitrógeno (N-NH_3) han sido consideradas como tóxicas para los organismos acuáticos (De la Lanza 1998).

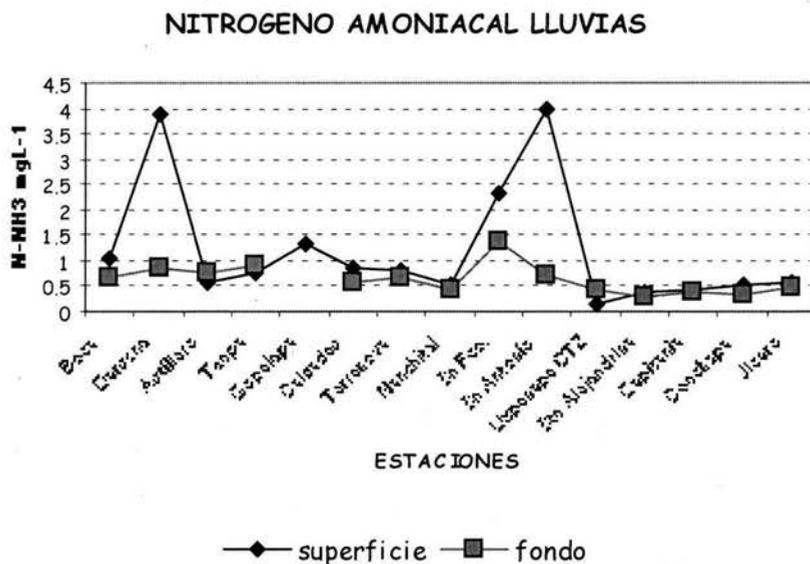


Figura 22. Nitrógeno amoniacal mgL^{-1} a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de lluvia, en superficie y fondo.

Los resultados obtenidos también sobrepasan los datos conocidos para esta parte del río, de 0.4 mgL^{-1} (IMP, 1997a), lo cual hace sospechar de aportes excesivos, que solo pudieron ser ocasionados por acciones antropogénicas.

. Ortofosfatos

Los ortofosfatos (fósforo inorgánico), son un nutriente limitante en el desarrollo de las algas y controla la productividad primaria de un cuerpo de agua. Las concentraciones mas altas se observaron en la temporada de **secas**, con gran fluctuación entre estaciones tanto en la superficie como en el fondo, en comparación a la temporada de **lluvias**, donde los valores fueron más homogéneos a lo largo de la zona de muestreo y no presento diferencias notables (Figura 23).

El intervalo en superficie durante la temporada de secas fue de 0.2 mgL⁻¹ a 3.6 mgL⁻¹ con promedio de 1.2 mgL⁻¹, en las aguas de fondo, el intervalo fue de 0.4 mgL⁻¹ a 1.5 mgL⁻¹ y el promedio de 0.9 mgL⁻¹. Es posible notar que todos los picos altos se encontraron en la estación Terranova ubicada en la desembocadura del río calzadas y en Astillero, que se encuentra bajo la influencia de los desechos generados del astillero de la marina y del tráfico marítimo.

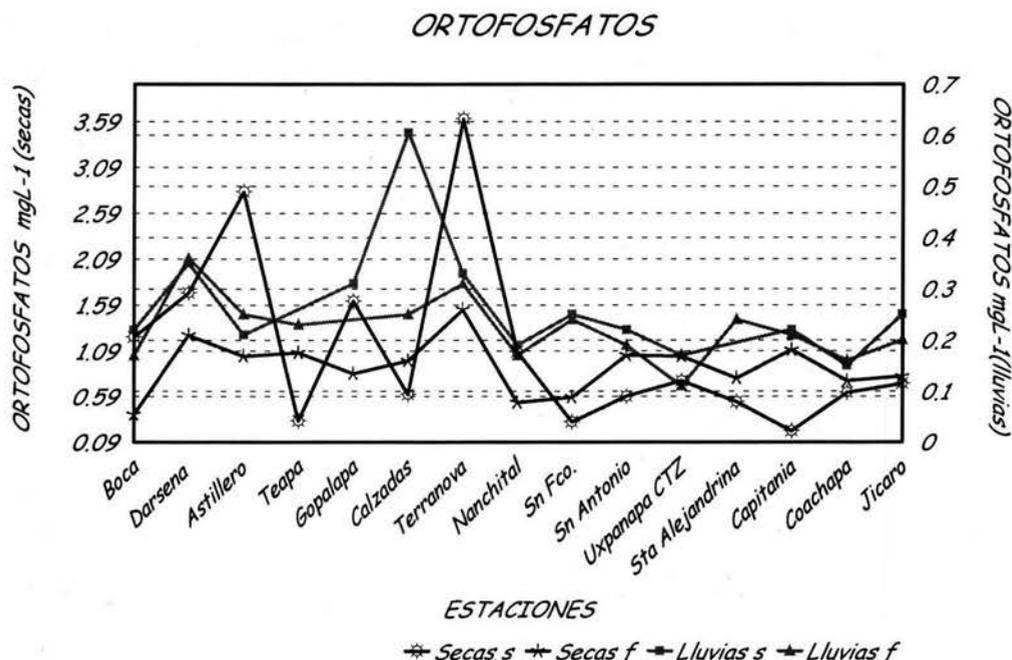


Figura 23. Ortofosfato mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

En la temporada de lluvias, los valores de ortofosfato fueron menores a la temporada anterior, y fluctuaron de 0.15 mgL⁻¹ a 0.6 mgL⁻¹ con un promedio de 0.3 mgL⁻¹ en la superficie y en el fondo de 0.1 mgL⁻¹ a 0.4 mgL⁻¹ con un promedio de 0.2 mgL⁻¹. Ambas fases mostraron un comportamiento homogéneo en la columna a lo largo de todo el río (Figura 23).

Al igual que otros nutrientes, los ortofosfatos son introducidos principalmente por la materia orgánica y los desechos puntuales de tipo municipal tales como heces fecales y detergentes. Los niveles altos de ortofosfatos se consideran normales para grandes ríos, aunque no deben rebasar los 0.1 mgL⁻¹, de lo contrario, se puede favorecer la eutroficación (DOF, 1990). La calidad de este elemento no fue adecuada para la protección de la vida acuática.

El enriquecimiento de compuestos fosforados y otros nutrientes por erosión del cauce a lo largo del río, también son una fuente importante.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO mide el oxígeno equivalente del contenido de materia orgánica de una muestra, la cual, puede oxidarse en presencia de un agente químico altamente oxidante (APHA, 1995.)

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

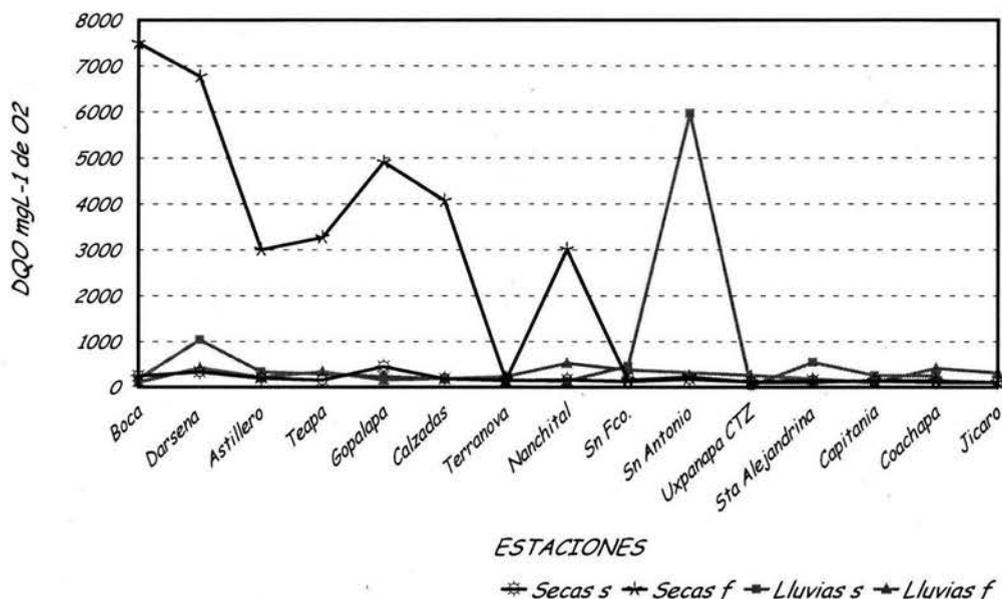


Figura 24. Demanda Química de Oxígeno mgL^{-1} a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Durante la temporada de **secas** los valores de la superficie fluctuaron de 98.0 mgL^{-1} a 440.2 mgL^{-1} con un promedio de 177.9 mgL^{-1} (Anexo III). De manera general se presentó un comportamiento homogéneo a lo largo del río excepto en la estación Gopalapa. (Figura 24). En el fondo, la DQO se incrementó excesivamente por la resuspensión de materia orgánica debida a la erosión del suelo del río. El promedio del fondo fue de $2,239 \text{ mgL}^{-1}$, presentando un máximo de $7,491 \text{ mgL}^{-1}$ en la Boca, y el mínimo de 98.0 mgL^{-1} en la estación Jicaró. Es evidente la tendencia de presentar valores altos en la zona de la desembocadura (Figura 24).

Durante la temporada de **lluvias** ambas fases, superficie y fondo se mostraron homogéneas (Figura 24). En la superficie el intervalo de oxígeno necesario fluctuó de 18.6 mgL^{-1} en Uxpanapa a $5,958 \text{ mgL}^{-1}$ en San Antonio y con un promedio 743.8 mgL^{-1} . En el fondo el promedio fue de 266.0 mgL^{-1} y se presentó en un intervalo de 87.6 mgL^{-1} a 521.6 mgL^{-1} .

En aguas superficiales no contaminadas, la DQO debe presentarse de 20.0 mgL^{-1} de O_2 , o menos, caso que solo se observa en la estación Jicaró durante la temporada de

lluvias, donde existe menor influencia contaminante, el resto de las estaciones sobrepasaron éste intervalo, incluso las que presentaron menos de 200.0 mgL^{-1} se consideran normales en sistemas receptores de aguas contaminadas (UNESCO, *et al.*, 1992).

Las estaciones que sobrepasaron 200.0 mgL^{-1} de O_2 , fueron sobre todo en el fondo en ambas temporadas, asociándose con las concentraciones de material oxidable que se sedimenta o resuspende. Estos puntos evidencian un fuerte impacto, el cual puede tener su origen en los aportes humanos sobre todo los industriales, y municipales, como en el arroyo San Antonio, el cual recibe aguas de desecho de la ciudad de Minatitlán. La zona de la desembocadura también presentó influencia negativa de las industrias y los desechos urbanos de la ciudad de Coatzacoalcos.

Hidrocarburos

Los hidrocarburos constituyen una de las principales clases de contaminantes orgánicos que se liberan al ambiente en grandes cantidades. En ambientes dulceacuícolas, su principal fuente son, los derrames de petróleo y sus derivados, descargas domésticas e industriales, lavado de la atmósfera y suelo por lluvia (Neff, 1979; Baek, *et al.*, 1991).

En la temporada de secas, el promedio fue de 0.05 mgL^{-1} , los valores máximos y mínimos fueron 0.26 mgL^{-1} y 0.007 mgL^{-1} . Las estaciones con mayor concentración de hidrocarburos fueron Teapa (0.27 mgL^{-1}) y San Francisco (0.20 mgL^{-1}) (Figura 25); la primera recibe las descargas industriales del complejo petroquímico Pajaritos, y la segunda conduce las aguas residuales de la ciudad de Minatitlán.

Durante la temporada de lluvias los valores se incrementaron notablemente con un promedio de 0.23 mgL^{-1} , con un valor máximo de 0.46 mgL^{-1} en la estación Teapa, y un mínimo de 0.22 mgL^{-1} en la estación Calzadas (Anexo III).

El principal problema de la evaluación de los hidrocarburos es que la mayoría llegan diluidos y el material suspendido se deposita rápidamente aunque por resuspensión de los sedimentos quedan fácilmente disponibles. Esto pudiese justificar el aumento de este contaminante durante la temporada de lluvias, donde las fuertes corrientes provocan la resuspensión de los sedimentos.

HIDROCARBUROS AROMATICOS TOTALES

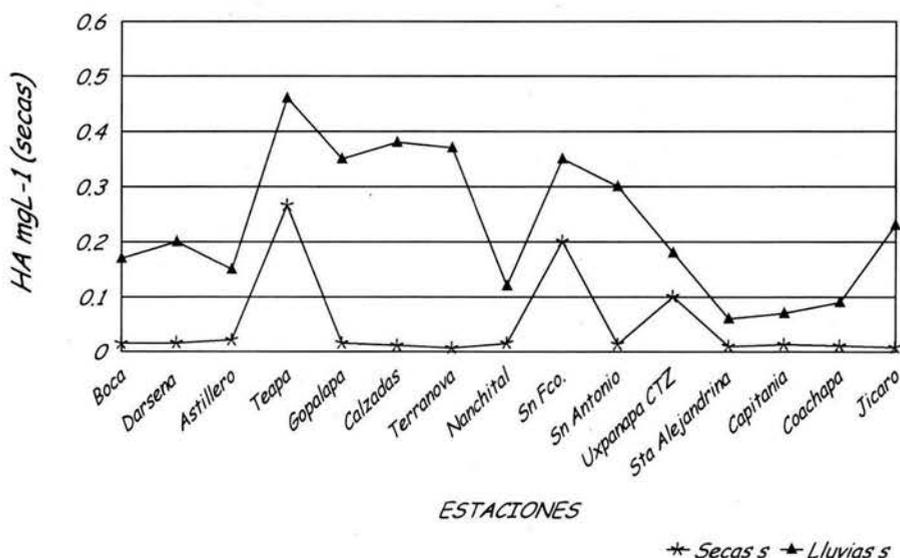


Figura 25. Hidrocarburos aromáticos mgL⁻¹ a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

En México no existen límites establecidos para este contaminante en general, solo para algunos componentes específicos, sin embargo la Norma de Calidad en Aguas Marinas y Estuarinas de Chile (<http://www.ecoplaza.com>), establece valores máximos de concentración de hidrocarburos para diferente tipo de uso, indicando que valores menores de 0.02 mgL⁻¹ en agua, la califican de buena a excelente calidad apta para todo uso, que permite la propagación y mantenimiento de la vida acuática, valores de 0.02-0.05 mgL⁻¹ corresponden a aguas de buena calidad apta para la acuicultura y actividades pesqueras y de 0.05-1.00 mgL⁻¹, aguas de regular a mala calidad no apta para la protección de comunidades acuáticas o para usos prioritarios.

Considerando lo anterior, es posible determinar que la estación Teapa en secas y las estaciones de la zona media en lluvias, se presentaron fuera de las condiciones óptimas para el desarrollo de la vida acuática, es necesario considerar que este tipo de contaminación se relaciona directamente con el manejo del petróleo en esta zona y de los aportes industriales.

Material Orgánico Extraíble

Son los materiales que pueden ser extraídos o removidos con un solvente polar o semi polar (CCl_4), así que ésta variable considera de forma global todos los compuestos orgánicos provenientes del petróleo, aunque también incluyen material orgánico no complejo que bajo ciertos procesos oxidativos son degradados y quedan a disposición de los organismos como micro nutrientes (Amezcuca, 1998).

El material orgánico extraíble durante la temporada de **secas** presentó un promedio de 0.32 mgL^{-1} , con valores mínimos de 0.05 mgL^{-1} y máximos de 0.69 mgL^{-1} (Anexo III). Se encontró gran variación entre una estación y otra, sin mostrar tendencia alguna (Figura 26). Durante esta temporada el material orgánico tiende a sedimentarse.

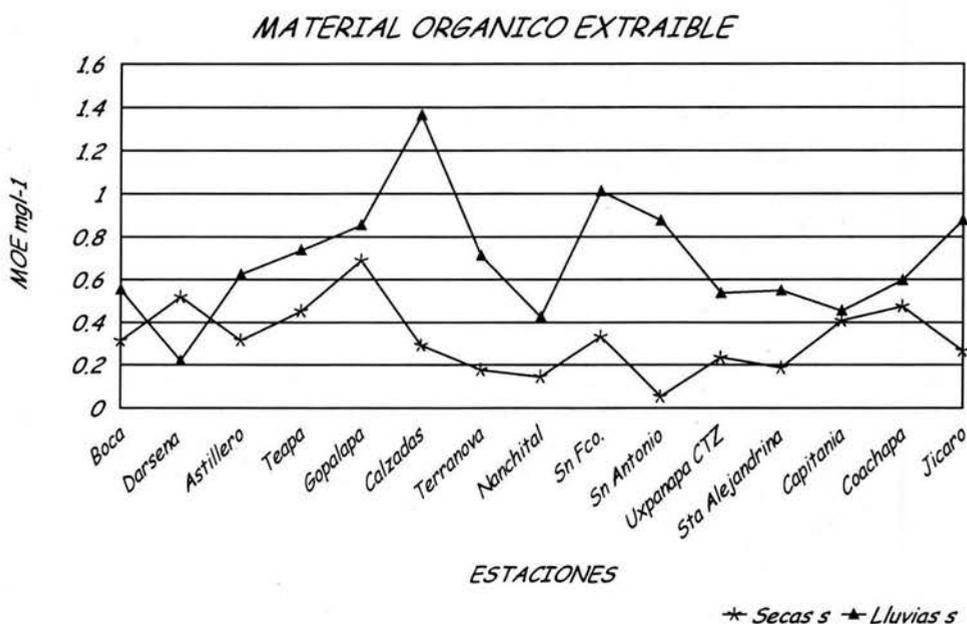


Figura 26. Material orgánico extraíble mgL^{-1} a lo largo de 15 estaciones de muestreo sobre el cauce del río Coatzacoalcos durante la temporada de secas y lluvias en superficie (s) y fondo (f).

Durante la temporada de **lluvias** se presentó un promedio de 0.69 mgL^{-1} , con valores mínimos y máximos de 0.69 mgL^{-1} y 1.36 mgL^{-1} (Anexo III). En esta temporada, la mayoría del material orgánico queda disponible para su uso por organismos excepto el de difícil degradación.

Uno de los principales aportes al río de material orgánico se lleva a partir de los pantanos (Toledo, *et al.*, 1988), que liberan material por la acción de las lluvias y son arrastrados al río por las escorrentías, además del material liberado del sedimento por acción de la corriente.

No existen criterios ni normas establecidas para limitar las concentraciones de este contaminante.

Indice de Calidad del Agua

El ICA, tiene un intervalo de valores que va de 0% a 100%, en donde el 100% representa una calidad óptima para cualquier uso y el 0% la imposibilidad de uso, en la Tabla 3 se muestra el peso específico dado a cada una de las variables utilizadas.

El comportamiento general del ICA obtenido con los datos de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y con los datos del IMP-ICMyL, fue a disminuir hacia la desembocadura tanto en superficie como en fondo (Figura 27), asociándose a la distribución horizontal de la influencia contaminante del corredor industrial Coatzacoalcos-Minatitlán.

ESTACIONES IMP	Temporada de secas		Temporada de lluvias	
	FONDO	SUPERFICIE	SUPERFICIE	FONDO
Boca	54.6	63.6	71.1	69.4
Dársena	53.1	64.3	61.8	68.5
Astillero	54.9	65.2	74.4	73.5
Teapa	51.7	72.0	65.2	73.1
Gopalapa	55.6	70.5	72.0	74.1
Calzadas	70.4	74.5	69.3	66.7
Terranova	65.8	68.5	72.7	72.2
Nanchital	62.0	74.7	76.5	77.0
San Francisco.	71.9	78.1	73.0	72.7
San Antonio	70.6	80.1	74.3	75.9
Uxpanapa	79.0	80.9	80.0	80.8
Santa Alejandrina	80.0	82.1	68.0	75.9
Capitania	78.5	84.6	75.1	76.1
Coachapa	79.5	81.4	72.2	74.2
Jícaro	81.9	80.8	70.9	72.5
ESTACIONES CNA				
Coatza/Boca	54.6	63.6	71.1	69.4
Minatitlán	65.0	73.7	71.6	71.4
Jaltepec	80.0	82.3	72.7	74.3

Tabla 10. ICAs obtenidos en las estaciones de muestreo en el río Coatzacoalcos durante las temporadas de secas y de lluvias durante agosto de 1997, ICAs obtenidos en las estaciones de monitoreo de la CNA durante los mismos meses.

El promedio de la calidad de agua en las tres estaciones de monitoreo de la CNA durante la temporada de **secas** (enero) fue de 66.2% (Tabla 10), similar al ICA de 66.0% de la temporada de **lluvias** en agosto. En la estación Puente Coatzacoalcos cercana a la desembocadura la calidad fue de 50.3% en la temporada de **secas** y 56.2% en las **lluvias**, calidad que corresponde a dudosa para especies sensibles.

En la Estación Muelle Minatitlán el ICA fue de 60.8% en **secas** y 59.2% en **lluvias**, en el límite de aceptable excepto especies sensibles. La estación Jaltepec presentó de 87.4% a 82.7% de enero a agosto, clasificando sus aguas como aceptables para todo organismo

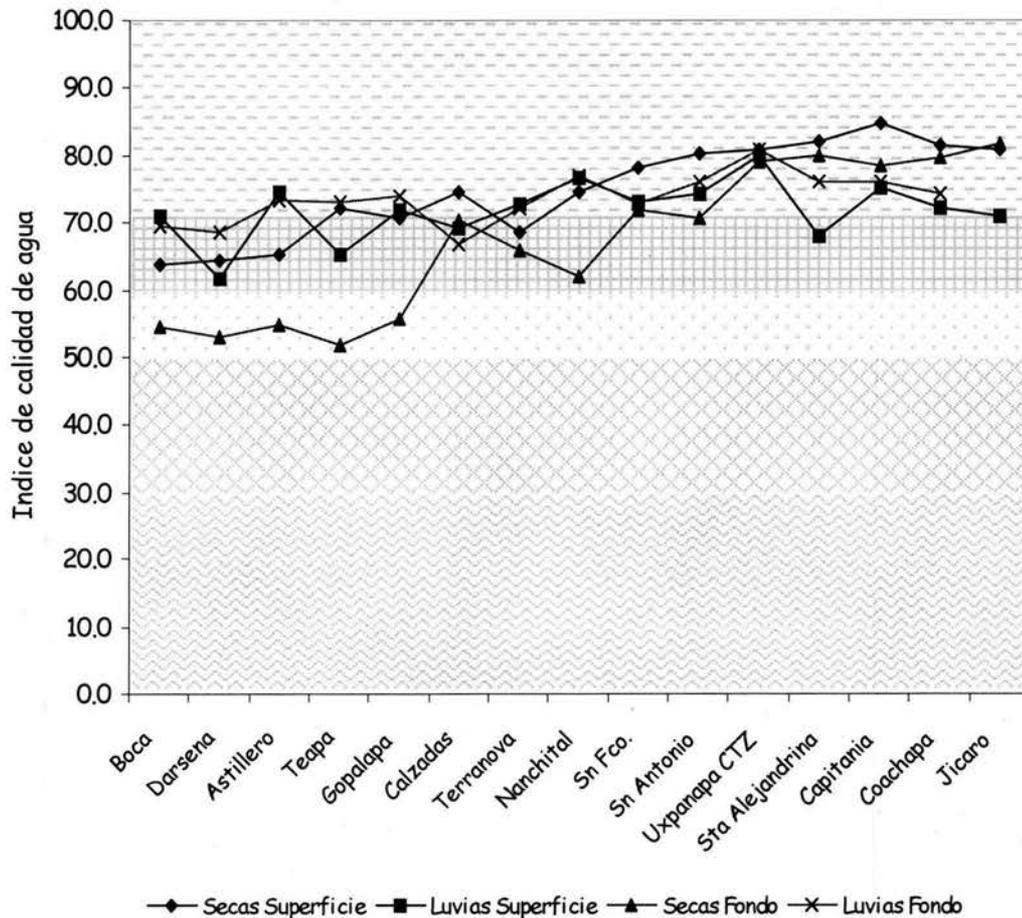


Figura 27. ICAs obtenidos en las estaciones de muestreo en el río Coatzacoalcos durante las temporadas de secas y lluvias, 0-29 no aceptable; 30-49 solo organismos muy resistentes; 50-59 dudoso para especies sensibles; 60-69 excepto especies sensibles, 70-100 aceptable para todo organismo.

Según IMP (1997a), el promedio de calidad de agua observada en las estaciones de monitoreo en 1994, fue de 59% en Jaltepec, de 45% en Muelle Minatitlán, y 43% en Puente Coatzacoalcos, demostrando que existe una mejor calidad a la fecha, que, sin embargo, sigue siendo insuficiente en algunas estaciones para proteger la vida acuática.

La calidad del agua obtenida con los resultados de IMP-ICMyL en ambas temporadas tanto de superficie y fondo, fue ligeramente mayor a la obtenida con los datos de la CNA al presentar una mejor calidad sobre todo en la superficie.

En la temporada de **secas**, el promedio del ICA en la superficie fue de 74.8%. Las estaciones Boca-Astillero y Terranova (Figura 27), presentaron la menor calidad, considerada como aceptable excepto especies sensibles, reflejo de la disminución de la concentración de oxígeno disuelto en estas estaciones, además de la elevada concentración de sólidos totales disueltos y de alcalinidad, no coincidiendo con la clasificación obtenida con los datos de CNA (1997), en la zona de la desembocadura. El resto fueron aguas limpias y aceptables para todo organismo,

En el fondo el promedio fue de 67.3%, disminución causada por el descenso general a lo largo del río de oxígeno disuelto y por el aumento de la alcalinidad. De la estación Boca a la estación Gopalapa, la calidad del agua fue dudosa para especies sensibles; de Calzadas a Nanchital, aceptable excepto para especies sensibles debido principalmente a la elevada concentración de sólidos totales de esta zona. El resto de las estaciones presentaron calidad de agua aceptable para todo organismo.

A pesar de que la depuración de los contaminantes en un río se da generalmente en la temporada de **lluvias**, la calidad superficial en Coatzacoalcos durante esta temporada, presentó un promedio de 71.8%, ligeramente menor al de la temporada anterior por la disminución en la concentración del oxígeno disuelto; a pesar de esto, se mantuvo la clasificación de calidad de agua. Las estaciones Dársena, Teapa, y Santa Alejandrina presentaron aguas aceptables excepto para especies sensibles, el resto fue aceptable para todos los organismos.

En el fondo, las estaciones Boca, Dársena y Calzadas presentaron ICAs aceptables excepto para especies sensibles, el resto fue aceptable para todo organismo.

La calidad del agua para la protección de la vida acuática prevaleció como aceptable para todo organismo en la mayoría de las estaciones en ambas temporadas, por lo que la disminución de la misma, es localizada en algunas zonas de descarga de desechos urbanos e industriales, en particular hacia la desembocadura.

Río arriba la calidad fue mejor, por estar lejos de la zona de influencia contaminante, lo que coincide con la estación de referencia Jaltepec de la CNA, la cual presenta calidad de agua alta.

ICA-IDH

Se utilizaron la clasificación superficial del ICA que agrupa variables indicadoras de la calidad y las clasificaciones para contaminación del agua obtenidas a partir del índice de diversidad de Shannon y Wiener, con el fin de observar la existencia de cierta asociación entre el tipo de contaminación y la diversidad de los cladóceros que se presentaron en el río Coatzacoalcos.

En la temporada de *secas*, se observa cierta relación entre una contaminación alta que excluye especies sensibles y entre una contaminación moderada aceptable para todo organismo (Tabla 11).

Por su parte, en la temporada de *lluvias* la principal coincidencia, fue la presencia de una contaminación moderada a lo largo de todo el río aceptable para todo organismo (Tabla 12).

SECAS	CLASIFICACIÓN ICA	CLASIFICACIÓN IDH
Boca	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN ALTA
Dársena	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN ALTA
Astillero	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Teapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Gopalapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Calzadas	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN ALTA
Terranova	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Nanchital	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
San Francisco	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
San Antonio	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Uxpanapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Santa		
Alejandrina	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Capitania	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Coachapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Jícaro	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	

Tabla 11. Clasificación de calidad del agua obtenidos a través del Índice de Calidad de agua (SEDUE, 1986) y la clasificación propuesta por Wilhm & Dorris obtenida para el índice de diversidad de Shannon y Wiener. Temporada de *secas*.

Para probar la posible relación entre los dos índices, se realizó el coeficiente de correlación de Spearman, donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El índice de diversidad e ICA son independientes

Ha: El índice de diversidad tiende a aumentar cuando aumenta la calidad del agua

La regla de decisión fue: Rechazar Ho si r_s calculada fuese mayor que r_s^* de tablas para $\alpha=0.05$.

En la temporada de **secas** el valor crítico de rs^* de la tabla N (Daniel, 1988), para la correlación de Spearman fue 0.46. Como el resultado obtenido de 0.55 fue mayor, se rechaza H_0 , por lo que se concluye que el índice de diversidad tiende a aumentar cuando aumenta la calidad del agua. Lo cual podría sugerir que la diversidad de los cladóceros es indicadora de los cambios en la calidad del agua.

Sin embargo, en la temporada de **lluvias** el valor crítico de rs^* de la tabla N (Daniel, 1988), para la correlación de Spearman fue 0.44, como el resultado obtenido de 0.29 fue menor que 0.44, se acepta H_0 , por lo que se concluye que en esta temporada el índice de diversidad e ICA son independientes,

Lo esperado es que la variación en la calidad del agua provoque cambios en la diversidad de los cladóceros por ser organismos sensibles; sin embargo, en la temporada de lluvias, la diversidad mejoró respecto a la temporada anterior a pesar de que la calidad del agua disminuyó ligeramente, lo cual estaría sugiriendo que la comunidad de cladóceros es resistente a los cambios.

La diferencia en la correlación por rangos de Spearman de las dos temporadas, dificulta la comparación entre los dos tipos de índices de calidad de agua. Por lo que es necesario se continúe realizando mas estudios que corroboren o no su relación con estos grupos, o bien hasta que se ubiquen especies o grupos de especies bien definidos que expresen su sensibilidad a los cambios, y así eliminar cualquier duda.

LLUVIAS	CLASIFICACIÓN ICA	CLASIFICACIÓN IDH
Boca	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Dársena	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Astillero	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Teapa	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Gopalapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Calzadas	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Terranova	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Nanchital	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
San Francisco	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
San Antonio	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Uxpanapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Santa Alejandrina	EXCEPTO ESPECIES SENSIBLES	CONTAMINACIÓN MODERADA
Capitania	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Coachapa	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	CONTAMINACIÓN MODERADA
Jícaro	ACEPTABLE PARA TODO ORGANISMO	AGUAS LIMPIAS

Tabla 12. Clasificación de calidad del agua obtenidos a través del Índice de Calidad de agua (SEDUE, 1986) y la clasificación propuesta por Wilhm & Dorris obtenida para el índice de diversidad de Shannon y Wiener. Temporada de lluvias.

Relación de especies con variables físicas, químicas y contaminantes
Componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP), permite conocer la relación entre las poblaciones de cladóceros y el medio, además de la tendencia de las variaciones espaciales y temporales. Este análisis reduce la dimensión de un grupo de variables, y explica la mayor cantidad de varianza ordenando en componentes, siendo el primero el que explica la varianza máxima y así sucesivamente (Hair, *et al*, 1998; Statgraf, 1995).

El ACP para ambas temporadas incluyó el ICA, 5 parámetros ecológica (densidad absoluta, riqueza, índice de diversidad, dominancia y equitatividad.), 12 variables físicas, químicas y contaminantes (conductividad, oxígeno, temperatura, turbidez, alcalinidad, pH, nitratos, nitrógeno amoniacal, ortofosfatos, demanda química de oxígeno, sólidos disueltos totales, hidrocarburos aromáticos, y material orgánico extraíble) y solo 8 biológicas (densidad absoluta de especies). Estas últimas fueron seleccionadas siempre que su frecuencia absoluta fuera mayor a 6 (Tabla 6, 7), correspondiendo a las especies con Índice de valor de importancia altos, catalogadas como constantes, y dominantes según el análisis de Olmstead-Tukey por considerar que el resto de las especies fueron arrastradas por las corrientes de charcas o pantanos aledaños e introducidas al río.

El análisis de componentes principales de la temporada de **secas** presentó una varianza acumulada de 99.6% con dos componentes, formando cuatro grupos principales de estaciones (Figura 28).

El **componente uno** explicó 93.4% de la varianza total, que se expresó principalmente por los SDT y la DQO, al ser las variables de mayor peso (Anexo IV), presentando valores altos hacia el lado positivo de la gráfica.

Se observan las estaciones Boca y Dársena (grupo I) en la extrema derecha, las cuales presentaron los valores más altos de SDT y valores altos de DQO, además de presentar eigenvalores negativos altos de Material Orgánico Extraíble (-3.6) y de NH₃ (-3.4).

El grupo II se formó con las estaciones que tienen influencia de la Ciudad de Nanchital, y el río Calzadas, el cual lleva consigo los desechos de la Ciudad de Coatzacoalcos.

El grupo III se conformó por las estaciones San Francisco y San Antonio, que están bajo la influencia directa de las aguas residuales de la Ciudad de Minatitlán. La estación Júcaro se observó cercana a este grupo, a pesar de su lejanía física

El grupo IV se conformó por las estaciones con influencia de la refinería y la ciudad de Minatitlán.

El componente dos explicó la varianza en un 3.2%, agrupando las estaciones principalmente por el ICA, y por la densidad de *Simocephalus vetulus*, presentando valores bajos hacia el origen. Por lo tanto, los grupos I y II presentaron valores bajos de ICA y bajos o nulos de densidad de la especie mencionada. Además presentaron mayor influencia de conductividad, variable que presentó un eigenvalor negativo alto en este componente (-1.5), asociación lógica por la influencia de la cuña marina durante esta temporada.

El grupo III y Coachapa se caracterizaron por tener valores medios de la variable mencionada.

El grupo IV excepto Coachapa presentó mejores condiciones de ICA, y por lo tanto mejores densidades de organismos, en particular de *Simocephalus vetulus*. La separación de Jícara en este componente es artificial, puesto que no se realizó la lectura de los datos biológicos pertinentes.

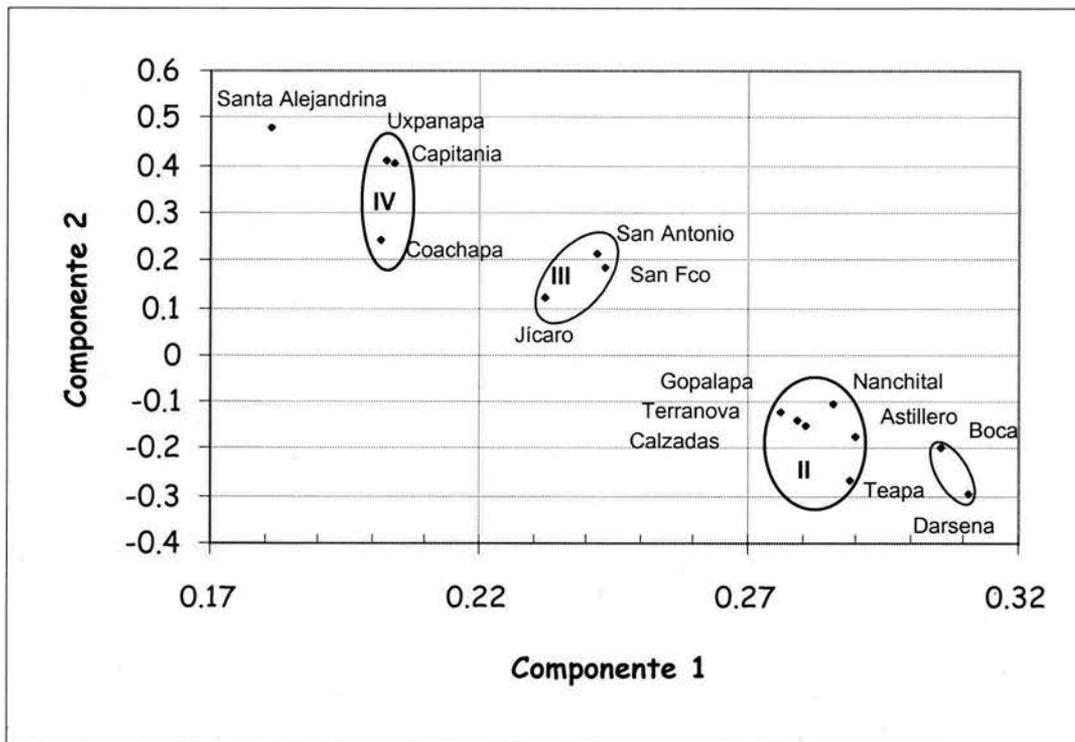


Figura 28. Analisis de Componentes Principales para la temporada de secas.

Es clara la división del río en secciones bien delimitadas, coincidiendo geográficamente con las estaciones, más cercanas entre sí, y por lo tanto con características ambientales semejantes, sobre todo por la influencia del tipo de desarrollo cercano

(industrial y/o urbano), así como por la presencia de la cuña marina y por lo tanto de los SDT y la conductividad.

La importancia de la densidad absoluta de las especies, y la de la especie *Simocephalus vetulus*, estuvo determinada por su mejor desarrollo en ciertas condiciones ambientales. *S. vetulus*, se encuentra asociado a estaciones con mejores ICAs, valores bajos de conductividad y de Material orgánico extraíble según los resultados del ACP.

El análisis de componentes principales de la temporada de lluvias presentó una varianza acumulada de 88.8% con dos componentes, formando tres grupos principales de estaciones (Figura 29).

Al igual que en la temporada anterior, el **componente uno** se expresó principalmente por la combinación de los SDT y la DQO, al ser las variables de mayor peso (Anexo IV), con valores altos hacia la derecha del componente (Figura 29), la varianza acumulada de este componente fue de 82%. En la figura se observan de manera aislada las estaciones Boca, Dársena y San Antonio, las cuales presentaron de manera diferencial valores de SDT y DQO altos.

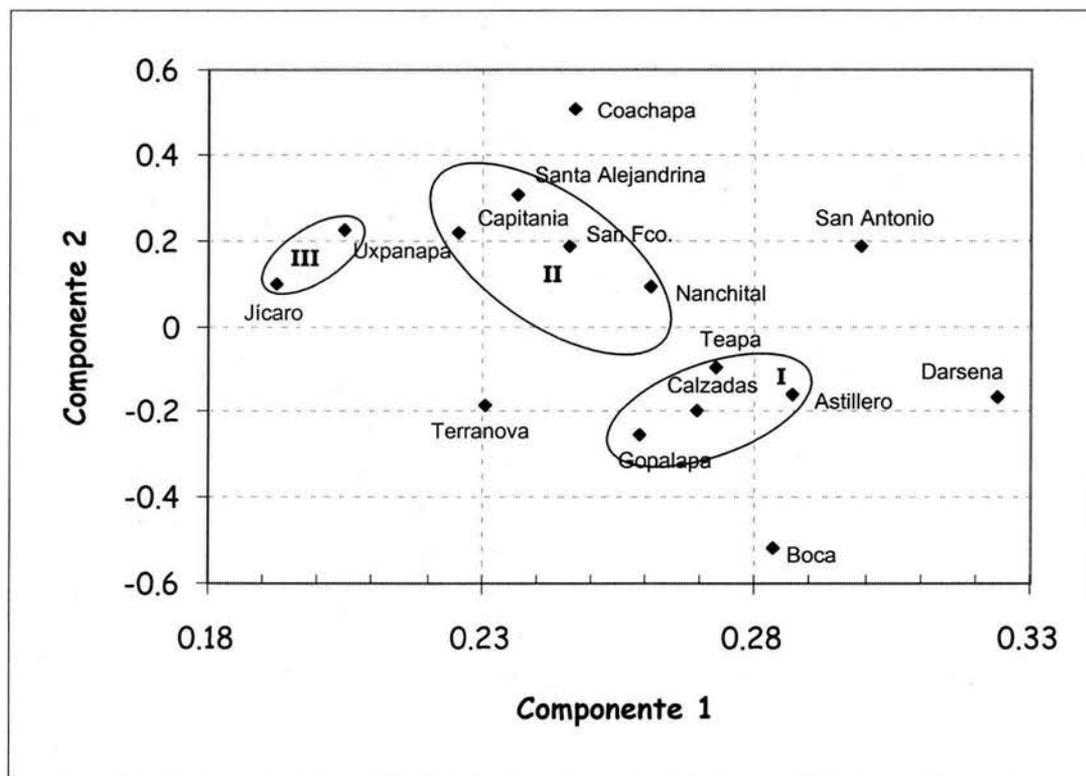


Figura 29. Analisis de Componentes Principales para la temporada de lluvias.

El grupo I se conformó por las estaciones Astillero, Calzadas, Gopalapa y Teapa con valores medios de los mismos valores. Nanchital se presentó aislada, pero con cierta similitud a este grupo en este componente.

El grupo II estuvo conformado por estaciones cercanas a la ciudad de Minatitlán, con características semejantes en este componente, se presentaron Coachapa y Terranova, sin incluirse totalmente al grupo.

Jícaro y Uxpanapa formaron el grupo III como las estaciones con menor influencia de STD y DQO.

El componente uno estuvo negativamente influido por los hidrocarburos aromáticos (3.58), la Dominancia (-3.57), y por los ortofosfatos (-3.5). Las especies dominantes se asociaron a mayores concentraciones de nutrientes.

En el **componente dos** la separación se debió principalmente al peso de la densidad de *Camptocercus dadayi* y de *Bosminopsis deitersi*, presentando valores bajos hacia la derecha de la gráfica. *B. deitersi* ha sido identificada como una especie planctónica con asociación a aguas negras (Saunders & Lewis, 1988)

Los grupos I y las estaciones Boca, Dársena y Terranova presentaron valores bajos de las variables mencionadas, además de observar influencia negativa de conductividad (-2.2) y de la especie *Ilyocryptus spinifer*, la cual puede tolerar salinidad hasta de 1-2 ppt (Williams, 1978) en (Kotov, *et al.*, 2000) y presentarse en aguas con corriente alta (Davidson, *et al.*, 2000). Todas las estaciones mencionadas se presentaron de la desembocadura a la zona media del río.

Los grupos II y III junto con el resto de las estaciones y en particular Coachapa, presentaron mejor densidad de las especies mencionadas como componente dos posiblemente por estar en condiciones adecuadas para su "mejor desarrollo" en aguas con concentraciones bajas de SDT, DQO, según los resultados del ACP.

Los segundos componentes en ambas temporadas, sólo explican un porcentaje bajo de la varianza, por lo cual su asociación con especies, puede ser insignificante y no brindar información real al no existir correlación significativa entre las características ambientales e individuales de las especies.

VII. CONCLUSIONES

Analisis específico.

- ♦ Se registraron un total de 41 especies, 38 pertenecen al orden Anomopoda y 3 al Ctenopoda
- ♦ Se reportan 5 son nuevos registros para México: *Alonella dadayi*, *Alona cf. quadrangularis*, *A. karelica*, *Oxyurella ciliata*, y *Bryospilus repens*, confirmándose la presencia de *Kurzia longirostris* y *Alona cf. pseudoverrucosa* en el País

Parámetros ecológicos

- ♦ En ambas temporadas la tendencia de mayores densidades y riqueza, fue río arriba, obteniéndose el listado más extenso de especies para un cuerpo de agua lótico tropical.
- ♦ Las especies *Moina micrura*, *Camptocercus dadayi*, e *Ilyocryptus spinifer*, coincidieron en ser especies dominantes en ambas temporadas.
- ♦ La diversidad en la temporada de secas mostró una tendencia a disminuir hacia la desembocadura con aguas con contaminación alta a contaminación moderada río arriba y un comportamiento más homogéneo en lluvias con contaminación moderada.
- ♦ La estructura de la comunidad estuvo determinada principalmente por las características lóticas del sistema y sus variaciones estacionales, favoreciendo la presencia de especies con hábitos litorales y bénticos.

Calidad del agua

- ♦ La calidad del agua se vio afectada principalmente por las elevadas concentraciones de nutrientes, y en lluvias por la falta de oxígeno. Las estaciones con mayor impacto, fueron sobre todo, Terranova, Nanchital y San Francisco, asociadas a grandes ciudades y complejos industriales y petroleros.
- ♦ El Índice de Calidad del Agua para la protección de la vida acuática prevaleció como aceptable para todo organismo en la mayoría de las estaciones en ambas temporadas, por lo que la disminución del ICA, está localizado en algunas zonas de descarga de desechos urbanos e industriales, en particular hacia la desembocadura.

- ♦ La diferencia en la correlación por rangos de Spearman de ambas temporadas, no señala de manera precisa la asociación entre los dos índices de calidad de agua, pues en secas, existió correlación positiva, sugiriendo que la diversidad de los cladóceros se favorece en mejores condiciones de calidad y que en lluvias la diversidad no se afecta por la disminución en los ICAs.

Analisis de componentes Principales

- ♦ El ACP para ambas temporadas, indicó como componente de mayor peso a STD y DQO, agrupando en secas las estaciones coincidentes geográficamente con características ambientales semejantes, asociadas a sus afluentes habiendo menor calidad del agua río abajo. En la temporada de lluvias, existió una mayor dispersión de estaciones.

- ♦ Los segundos componentes en importancia, sólo explican un porcentaje bajo de la varianza, por lo cual su asociación con especies, puede ser insignificante y no brinda información real al no existir correlación entre las características ambientales e individuales de las especies.

REFERENCIAS

- Alonso, M. V., 1991. Review of Iberian Cladocera with remarks on ecology and biogeography. *Hydrobiologia* 225: 37-43
- Amezcuca, A. M., 1998. Poliquetos bénticos indicadores de la calidad del agua y sedimento del río Pánuco, Tamaulipas México. Tesis (Biólogo) Facultad de Ciencia UNAM. 135 pp.
- APHA, AWWA, WEF. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, D.C. 19 th ed.
- Baek, S. O., Field, R. A., Goldstone, M. E., Kirk, P. W., Leterand, J. J., & Perry, R., 1991. A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate, and behavior. *Water Air Soil Pollut.* 60: 279-300.
- Bozada, L & M. Páez., 1986 La fauna acuática del río Coatzacoalcos. Ser. Med. Amb. Coatzacoalcos. CECODES. 162 pp.
- Brandorff, O. G., 1976; A new species of *Bosminopsis* (Crustacea cladocera) from Rio Negro. *Acta Amazonica* 6(1): 109-114
- Brooks, J. L., 1959. Cladocera. In Edmonson W.T. (Ed.) *Fresh Water Biology*. Wiley and Sons New York 587-656 p.
- Brower, J. E & C. N. von Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology* 3th ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA. 226 pp
- FLORES B J., Burgos, F. J., 1997. Estudio sobre los rotíferos como indicadores de calidad del agua. Tesis (Biólogo). UNAM. ENEPI. México. 99 pp.
- Cervantes M. A & Gutiérrez A. M., 1996. Cladóceros del Estado de México, aportaciones sobre biología y sistemática. Edo. de México, Tesis (Biólogo). ENEP Iztacala UNAM. México. 91 pp.
- Ciros P. J & Elías G. M., 1997a. *Macrothrix smirnovi* sp. nov. (Anomopoda: Macrothricidae) from Mexico, a member of the *M. triserialis* group. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 110(1): 115-127
- Ciros, P. J & Elías, G. M., 1997b. *Spinalona anophthalma*, n. gen. n. sp. (Anomopoda, Chydoridae) a blind epigeal cladoceran from the Neovolcanic Province of Mexico. *Hydrobiologia* 353: 19-28
- Ciros, P. J., 1994. Biodiversidad de Cladóceros (Crustacea: Brachiopoda) del Estado de México. Tesis (Biólogo). ENEP Iztacala. UNAM. México. 78 pp.
- Cole, A. G., 1994. *Textbook of limnology*. 4th ed. Waveland Press, Ing. USA 412 pp.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 1997. Sistema nacional de información de la calidad del agua. Gerencia Veracruz. Estaciones de monitoreo Muelle Minatitlán (02VC29BA1080002.), Puente Coatzacoalcos (02VC29BA0390001) y estación Jaltepec (00VC29BA0910003). CNA. México.
- Chapman, D. Y Kimstach, V. 1992. The Selection of Water Quality Variables, en Méndez, J. G. 1998 *Dinámica Química del Estuario del río Coatzacoalcos*. Tesis Maestría. Facultad de Ingeniería. UNAM 90 pp
- Daniel, W. W., 1988. *Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y a la educación*. 1er Ed. Ediciones Mc Graw Hill. Edo México. 504 pp.

-
- Davidson, Jr. L. N.; William, Jr. E. K. & Rutherford, D. A. 1998. Relationships between environmental variables and the abundance of cladoceran and copepod in the Atchafalaya River Basin. *Hydrobiologia* 379: 175-181
- Davidson, Jr. L. N.; William, Jr. E. K. & Rutherford, D. A. 2000. Characteristics of cladoceran and copepod communities in floodplain habitats of the Atchafalaya River Basin. *Hydrobiologia* 435: 99-107.
- De La Lanza, G. 1998. La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. Cap 12 Algunos conceptos de Hidrología y calidad del agua. En *Ecología de sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura*. Compilador Martínez, R. L. Edit AGT. S. A. 1er Ed. 199 pp.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1990. Gaceta ecológica, Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos de Calidad del Agua CE CCA 001/89
- Dodson, S & Frey, D. G., 1991. Cladocera and other Branchiopoda. In: Thorp, J. H. & Covich A. (eds.), *Ecology and classification of North American freshwater Invertebrates*. (Academic Press, San Diego). 723-776 p
- Duigan, A. C. 1992. The ecology and distribution of littoral freshwater Chydoridae (Branchiopoda, Anomopoda) of Ireland, whit taxonomic comments on some species. *Hydrobiologia* 241: 1-70
- Dumont, J. H & Silva, B. M., 2000. *Kauralona* n. gen (Anomopoda:Chydoridae), with a description of two new species and a key to all known species. *Hydrobiologia* 435: 61-81.
- Egborge B. M., 1987. Salinity and the distribution of cladocera in Warri River, Nigeria. *Hydrobiologia* 145: 159-167.
- Egborge, B. M., 1972. A preliminary check list of zooplankton organism of the River Oshunin in the Western state of Nigeria. *Nigeria. Journal Society*; 6:67-71
- Elías G. M., Smirnov, N. N., Suárez, M. E & Dimas, F. N., 2001. New and little known cladocerans (Crustacea:Anomopoda) from southeastern Mexico. *Hydrobiologia* 442: 41-54.
- Elías, G. M., 1982. Contribución al conocimiento de los cladóceros del Estado de México con algunas notas ecológicas. Tesis (Biólogo). ENEP Iztacala. UNAM. México. 54 pp.
- Elías, G. M., 1996. Taxonomía y algunos aspectos ambientales de los grupos Ctenopoda y Anomopoda (antes Cladóceras en parte) de la provincia neovolcanense, subprovincia Meridional de la República Mexicana. Tesis (Doctorado) ENCB IPN. México. 185 pp.
- Elías, G. M., Círos, P. J., Gutiérrez, A. M & Cervantes, M. A., 1997. Studies on littoral cladocera (Anomopoda) from Mexican Neovolcanic Province. *Hydrobiologia* 360: 63-73
- Elías, G. M., Círos, P. J., Suárez, M. E & Silva, B. M., 1999. The freshwater Cladocera (Orders Ctenopoda &Anomopoda) of Mexico, with comments on selected taxa. *Crustaceana* 72(2): 171-186
-

-
- FAO-UNESCO, 1990. Mapa Mundial de Suelos. Leyenda revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. Roma. 142 pp (En IMP, PEMEX-IMTA, 1997. Estudio de clasificación del río Coatzacoalcos, Ver.)
- Flores, H. D., 1990. Distribución de las larvas de Chironomidae (Insecta:Diptera) En el bajo río Coatzacoalcos. Veracruz, México y su relación con algunos parámetros fisicoquímicos. Tesis (Biólogo) Facultad de Ciencia UNAM. 63 pp.
- Franco, L. J., 1981. Contribución al conocimiento de la estructura y composición de comunidades planctónica de Valle de Bravo, Edo. de México. Tesis (Biólogo). ENEP Iztacala. UNAM México. Pag.
- Franco, L. J., Agüero, C. G., Gómez, C. A., Ramírez, R. A., Salgado, N. N., Martínez. F. G., Miranda, K. E., Colón, S. S., Arenas, A. L., Sánchez, B. C., 1989. Manual de Ecología. 2da Ed. Ediciones Trillas México. 266 pp.
- Frey, D. G., 1974. Reassignment of *Alonella fitzpatricki* and *A. leei* Chien, 1970 (Cladocera, Chydoridae). Trans Amer. Micros. Soc., 93(2): 162-170
- Frey, D. G., 1980. The Non-swimming Chydorid Cladocera of Wet Forest, whit Description of a New Genus and two New Species. Int Revue ges. Hydrobiol 65(5): 613-641
- Frey, D. G., 1982. Questions concerning cosmopolitanism in Cladocera. Arch. Hydrobiol. 93: 484-502
- Gannon, J. E & Stemberger, R. S., 1978. Zooplankton (Specially Crustacean and Rotifers) as Indicators of Water Quality. Trans. Amer. Micros. Soc, Vol 97, no. 1:16-35
- García De León A. 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y análisis de componentes principales. Divulgación geográfica, Instituto de Geografía. UNAM. México. 29 pp. En Lugo, V. A. 2000. Variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad planctónica del Lago de Alchichica Puebla, con algunos aspectos de interacciones tróficas. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias. UNAM. 98 pp.
- García, C. J., 1985. Utilización del plancton como herramienta para el conocimiento de la calidad del agua en la cuenca del alto Amacuzac, estado de Morelos. Tesis (Biólogo) Facultad de Ciencias. UNAM. México. 91 pp.
- García, C. J., 1991. Evaluación de la calidad del agua de los ríos Apatlaco, Yautepec y Cuautla, Edo. De Morelos, utilizando indicadores biológicos de contaminación. Tesis (Maestría). Facultad de Ciencias. UNAM. 136 pp.
- García, E., 1980. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geofísica UNAM. México. 246 pp.
- González, I. M & Elías, G. M., 1987. Comportamiento de la población de *Bosmina longirostris* en las regiones limnética y litoral, en el embalse Danxo, Edo. de México. Memorias IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco.
-

-
-
- González, M. M., González, L. M & García V. V., 1994. Efectos de los dragados de mantenimiento en el ambiente costero Coatzacoalcos, Ver. Res. I Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.
- Green, J., 1962. Zooplankton of the River Sokoto. The Crustacea. Proc. Zool. Soc. Lond. 138: 415-453 En Egborge, B. M. 1987. Salinity and the distribution of cladocera in Warry River, Nigeria. Hydrobiologia. 145:159-167
- Guerra, F.A., 1990. Aspectos Generales de la Hidrología del Río Coatzacoalcos en la Parte Baja, en la Temporada de 1987-1988. Tesis (Biologo) ENEP Iztacala UNAM. México. 48 pp.
- Hair, F. J; Anderson. E. R; Tatham, L. R; Black, C. W. 1998. Multivariate Data Analisis. 5th ed. Edit. Prentice Hall USA.
- Hammer, U. T. 1986. Saline Lake Ecosystem of the World. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. En William, D. W. 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. Hydrobiologia 381:191-201
- http://www.ecoplaza.cl/aprobaci%C3%B3n_de_norma_de_calidad_e.htm Norma de Calidad en Aguas Marinas y Estuarinas en Chile.
- Idris B. A. G. 1983., Freshwater Zooplankton of Malaysia (Crustacea:Cladocera). Penerbit Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor. Malaysia: 1-153. En (Rey, J. & Vasquez, E. 1986. Cladocères de quelques corps d'eaux du bassin moyen de l'Orénoque (Vénézuéla). Ann. Limnol. 22: 137-168)
- IMP. 1985. "Caracterización Biológica y Físicoquímica del Bajo Río Coatzacoalcos." Informe técnico.
- IMP. 1986. "Caracterización Biológica y Físicoquímica del Bajo Río Coatzacoalcos." Informe técnico.
- IMP. 1987. "Caracterización Biológica y Físicoquímica del Bajo Río Coatzacoalcos." Informe técnico.
- IMP. 1988. "Caracterización Biológica y Físicoquímica del Bajo Río Coatzacoalcos." Informe técnico.
- IMP. 1995. "Evaluación del Efecto de la Temperatura de la Descarga No. 2 de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas" Informe técnico.
- IMP. 1995. "Evaluación del Impacto al río Coatzacoalcos por el Efecto de las Descargas de Aguas Residuales de la Refinería Gral. Lázaro Cárdenas". Informe técnico.
- IMP. 1996 Evaluación del impacto de río Coatzacoalcos, debido a la influencia de la refinería Minatitlán Veracruz.
- IMP. 1997a. Estudio de clasificación del río Coatzacoalcos, Ver.
- IMP. 1997b. Fase Descriptiva del Ordenamiento Ecológico Microregional de la Cuenca baja del río Coatzacoalcos. Informe Técnico.
- INEGI, 1984a. Carta hidrológica 1: 250,000. Porcentaje de escorrentía de aguas superficiales. Coatzacoalcos
- INEGI, 1984b. Carta climática 1: 250,000. Coatzacoalcos.
- INEGI, 1984c. Carta climática 1: 250,000. Minatitlán.
- INEGI. 1984 Carta edafológica
-
-

-
-
- INEGI. 1987. Carta del uso del suelo y vegetación de Coatzacoalcos E15-1-4. Escala 1:250,000.
- Kobayashi, T.; Shiel, R. J.; Gibbs, P. & Dixon, P. I. 1998. Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers. *Hydrobiologia* 377: 133-145.
- Korovchinsky, N. M., 1992. Sididae & Holopedidae. Guides to the identification of the Macroinvertebrates of the Continental Waters of the World 3. SPB Academic Publishing, The Hague, 82 pp.
- Korovochinsky, N & Smirnov, N., 1998. Introduction to the "Cladocera" (Ctenopoda, Anomopoda, Onychopoda & Haplopoda). Supplemented for America. ECOSUR-ENEPI México. 143 pp.
- Kotov, A. A. & Williams L. J. 2000. *Ilyocryptus spinifer* Herrick 1882 (Anomopoda, Branchiopoda): a redescription based on North American material and designation of neotype from Minesota. *Hydrobiologia* 428:67-84
- Krebs, J. C., 1978. Ecología. Estudios de la distribución y la abundancia. Harla. México 753
- Krebs, J. C., 1989. Ecological methodology. 1st. Editions Harper Collins Publishers. USA. 654 pp
- López, L. E., Serna, H. A. 1999. Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. *Rev. Biol. Trop.* 47(4): 643-657
- Margalef, R., 1983. Limnología. 1er ed. Ediciones Omega. Barcelona España. 1010 pp.
- Mc Lusky, D. S. 1989 The estuarine Ecosystem. 2nd ed. Edit Chapman and Hall. N.Y. pp 215
- Méndez, J. G. 1998 Dinámica Química del Estuario del río Coatzacoalcos. Tesis Maestría. Facultad de Ingeniería. UNAM 90 pp
- Método IMP-QA-604, 1994. Determinación de Material Orgánico Extraíble de agua con tetracloruro de carbono por espectrofotometría de infrarrojo.
- Método IMP-QA-610, 1994. Determinación de Hidrocarburos aromáticos totales por fluorescencia.
- Muro, V. G., 1994. Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de los cladóceros de tres lagos de Chapultepec. Tesis (Biólogo). ENEP Iztacala. UNAM. México. 72 pp.
- Neff, J. J., 1979. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment: sources, fates, and biological effects. Applies Science Publishers, London. 262 pp.
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-026 1980. Determinación de nitrógeno total kjeldahl en aguas naturales y residuales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los limites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el diario oficial de la federación el 6 de enero de 1997.
-
-

-
- Ochoa, V. J., 1995. Sistema de información para estudios ecológicos de la industria pesquera. Tesis de Maestría a ciencias computacionales. Centro Nacional de Cálculo. IPN. Méx. 205 pp.
- Ochoa. 1972. Estudio de la contaminación en el bajo río Coatzacoalcos. Informe final de la primera etapa México.
- Odum, E. 1995. Ecología. 2da ed Edit Interamericana Mc Graw-Hill Mex
- Olvera, S. M. J. C., 1975. Estudios biológicos para determinar el grado de contaminación del Estuario del río Coatzacoalcos. Ver. Méx. Tesis UNAM Méx. 42 pp.
- Payne, A. I., 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. 1th Ed., Edit John Wiley & Sons. Great Britain. 301 pp
- Rey, J. & Vázquez, E., 1986. Cladocéres de quelques corps d'eaux du bassin moyen de l'Orénoque (Vénézuéla). Ann. Limnol. 22: 137-168.
- Robertson, L. A., 1990. The population dynamics of Chydoridae and Macrothricidae (Cladocera: Crustacea) From the River Thames, U. K. Freshwater Biology. 24 (2): 375-389.
- Rundle, D. S., 1990. Micro-arthropods seasonally in streams of varying pH. Fresh Water Biology 24: 1-21
- Sabater. F. On the interstitial cladocera of the River Ter (Catalonia. NE Spain), whit a description of the male of *Alona phreatica*. Hydrobiologia 144: 51-62 (1987)
- Sars, G. O., 1901. Contributions to the knowledge of the Freshwater Entomostraca of South America. Part 1 Cladocera. Arch Math. Naturridenskab. 23: 1-102.
- Saunders, J. F., III; & Lewis, Jr. W, M. 1988. Zooplankton abundance and transport in a tropical white-water river. Hydrobiologia 162:147-155
- Saunders, J. F., III; & Lewis, Jr. W, M. 1989. Zooplankton abundance in the lower Orinoco River Venezuela. Limnology and Oceanography. 34(2): 397-409
- SEDUE, 1986. Manual de ordenamiento ecológico del territorio nacional. Tomo II. Técnicas específicas. SEDUE, México.
- Sendacz, S., 1984. A study of the zooplankton community of billings reservoir São Paulo. Hydrobiologia 113:121-127
- Seoanez, C. M. 1995., Ecología Industrial. 1er ed. Edit Mundi prensa. Madrid España 522 pp
- Silva, B. M., 1998. A revision of the Macrothricidae-like Anomopods. Tesis PhD. Universiteit Gent, Wetenschappen. pp 388.
- Silva, B. M., Quang, D. N.; Dumont, J. H., 1999. Redescription of *Macrothrix laticornis* (Jurine, 1820), and description of two news species of the *M. laticornis*-group. Hydrobiologia 403: 39-61
- Smirnov, N. N., 1971. Fauna of de U.S.S.R. Crustacea Chydoridae: 1-644. (Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem).
- Smirnov, N. N., 1992. The Macrothricidae of the World. Guides to the identification of the Macroinvertebrates of the Continental waters of the World 1 SPB Acad. Pub. Netherlands. 143 pp.
-

-
- Smirnov, N. N., 1996. Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Cladocera: the Chydorinae and Syciinae (Chydoridae) of the World. SPB Academic Publishing bv. 197 pp.
- Sokal R, & Rohlf, J. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp.
- SRH, 1971. "Regiones hidrológicas Núm. 23 (Costa Chiapas) y Núm. 29 (Río Coatzacoalcos). Boletín Núm. 37. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dirección de Hidrología. Hasta diciembre de 1969.
- Statgraphics User Manual. Version 6. 1992 Manugistics
- Suárez, M. E. & Elías, G. M. 1992. Cladóceros (crustacea: Branchipoda) de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo y zonas adyacentes. In Navarro, D & E Suárez, M. (eds), Diversidad biológica de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo México. Vol. II CICRO/SEDESOL, México: 145-154.
- Taít, R. D.; Shiel, R. J. & Koste, W., 1984. Structure and dynamics of zooplankton communities, Alligator Rivers Region, N. T., Australia. Hydrobiologia 113, 1-13.
- Toledo, A.; Botello, V.; Cházaro, M.; Herzig, M.; Bozada, I.; Páez, M.; Báez, A & Contreras, F., 1988. Medio Ambiente en Coatzacoalcos. Centro de Ecodesarrollo. México. 84 pp.
- UNESCO, WHO, UNEP. 1992. Water quality assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall eds. London. 585 pp.
- Van De Velde, I., Dumont, H. J & Grootaert, P., 1978. Report on a collection of Cladocera from Mexico and Guatemala. Arch. Hydrobiol., 83:391-404.
- Villalobos, H. J. L; Díaz, B. C. A & Lira, F. H. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 44: 267-290.
- Washington, H. G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Res. 18:653-694.
- Wetzel, R., 1981. Limnología. Omega, Barcelona, 679 pp.
- William, A. A. Editor (1987) Investigating Aquatic Ecosystem 2th ed. Edit Contours 342 pp
- William, D. W. 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. Hydrobiologia 381:191-201
- William, J. L. 1978. *Ilyocryptus gouldeni* a new species of water flea, and the first American record of *I. Agilis* Kurz (Crustacea: Cladocera: Macrothricidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 91: 666-680. En Kotov, A. A. & Williams L. J. 2000. *Ilyocryptus spinifer* Herrick 1882 (Anomopoda, Branchiopoda): a redescription based on North American material and designation of neotype from Minnesota. Hydrobiologia 428:67-84
- Zoppi de Roa, E. & Vasquez, M. 1991. Additional cladoceran records for Mantecal and new for Venezuela Hydrobiologia 225: 45-62
-

ANEXO I. Distribución y hábitos de las especies de cladóceros

Distribución y hábitos de las especies de cladóceros presentes en la cuenca baja del río Coatzacoalcos Veracruz, P (pelágicos), B-LIT (bentónicos litorales), LIT (litorales), NN (no nadadores, habitan en musgos), Hiponeuston. CO (cosmopolita), SA (Sudamérica), CA (Centroamérica), EU (Estados Unidos), NA (Norteamérica), TOP (Tropical), NTR (Neotropical) y Holártica.

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN	HÁBITOS	REPORTADAS EN RÍOS
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korineck, 1981	CA SA	P	X
<i>Sarsilatona serricauda</i>	SOA	P	X
<i>Latonopsis australis-grupo</i>	CO	P	X
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	CO	P	X
<i>Ceriodaphnia cornuta-grupo</i>	COA	P	X
<i>Simoccephalus vetulus</i> Schoedler, 1858	CO	P	X
<i>Scapholeberis armata freyi</i> Dumont & Pensaert, 1983	NA SA	HIPONEUSTON	
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	CO	P	X
<i>Moinodaphnia macleayi</i> (King, 1853)	TRP EUA SA	P	X
<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard, 1895	TROP	P	X
<i>Macrothrix cf. laticornis</i>		B-LIT	X
<i>M. triserialis-grupo</i>	TROP	B-LIT	
<i>Grimaldina brazzai</i> Richard, 1892	TRO EU	LIT	
<i>Onchobunops tuberculatus</i> Fryer y Paggi, 1972	SA CA	LIT	
<i>Guernella raphaelis</i> Richard, 1892	SA TROP EU	LIT	X
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrick, 1882	CO	LIT	X
<i>Alonella dadayi</i> Birge, 1910	EU CA	LIT	
<i>Chydorus nitidulus</i> (Sars, 1901)	SA CA	LIT	
<i>Chydorus cf. eurynotus</i>		LIT	X
<i>Dunhevedia odontoplax</i> Sarro, 1901	CO NTR	LIT	X
<i>Ephemeroporus barroisi-grupo</i>		LIT	
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	CO	LIT	
<i>Alona brasiliensis</i> Bergamin, 1935	SA CA SLP	LIT	
<i>Alona cf. quadrangularis</i>	SA NA	LIT	X
<i>Alona cf. pseudoverrucosa</i>	SA	LIT	
<i>Alona cf. Setulosa</i>	NA	LIT	
<i>Alona diaphana</i> King, 1853	CO	LIT	X
<i>Alona eximia</i> Kiser, 1948	EU	LIT	X
<i>Alona karelica</i> Stenroos 1897	SA	LIT	
<i>Alona karua-grupo</i>	TROP	LIT	X
<i>Alona sp. 2</i>		LIT	
<i>Alona sp. 1</i>		LIT	
<i>Bryospilus repens</i> Frey, 1980	SEU CA	NN	
<i>Camptocercus dadayi</i> Stingelin, 1913	SA	LIT	
<i>Euryalona orientalis</i> (Daday, 1898)	SA NA	LIT	X
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875)	NTR HOLARTICA	LIT	X
<i>Kurzia longirostris</i> (Daday, 1898)	TROP	LIT	X
<i>Leydigia cf. Acanthocercoides</i>	CO	LIT	
<i>Leydigia brevisrostris</i> Brehm, 1938	SA	LIT	
<i>Notoalona globulosa</i> Daday, 1898	SA CA	LIT	
<i>Oxyurella ciliata</i> Bergamin, 1939	SA CA	LIT	

(Frey, 1974; Brandorff, 1976; Van De Velde *et al.*, 1978; Rey & Vasquez, 1986; Egborge, 1987; Zoppi de Roa & Vasquez, 1991).

ANEXO II. Descripción detallada de especies con relevancia

FAMILIA CHYDORIDAE
SUBFAMILIA CHYDORINAE
Alonella dadayi Birge, 1910

LAMINA I

Material revisado: 3 hembras partenogénicas colectada de las estaciones Teapa a Coachapa, excepto Calzadas.

Longitud total 0.225 mm. Forma del cuerpo ovoide (LamI, fig A), con el ángulo posterodorsal muy marcado, el ángulo posteroventral de la valva tiene 6 dientes entre los cuales se presentan diminutas espinas (Lam I, fig F). Margen ventral con alrededor de 36 setas, las posteriores son mas largas que las anteriores. Se puede observar en el margen de la valva una invaginación. Las valvas están marcadamente reticuladas con líneas que se conectan formando hexágonos y pentágonos, en la región media estas estrías son curvas que se dirigen hacia la región posterior como en *Alonella nana*.

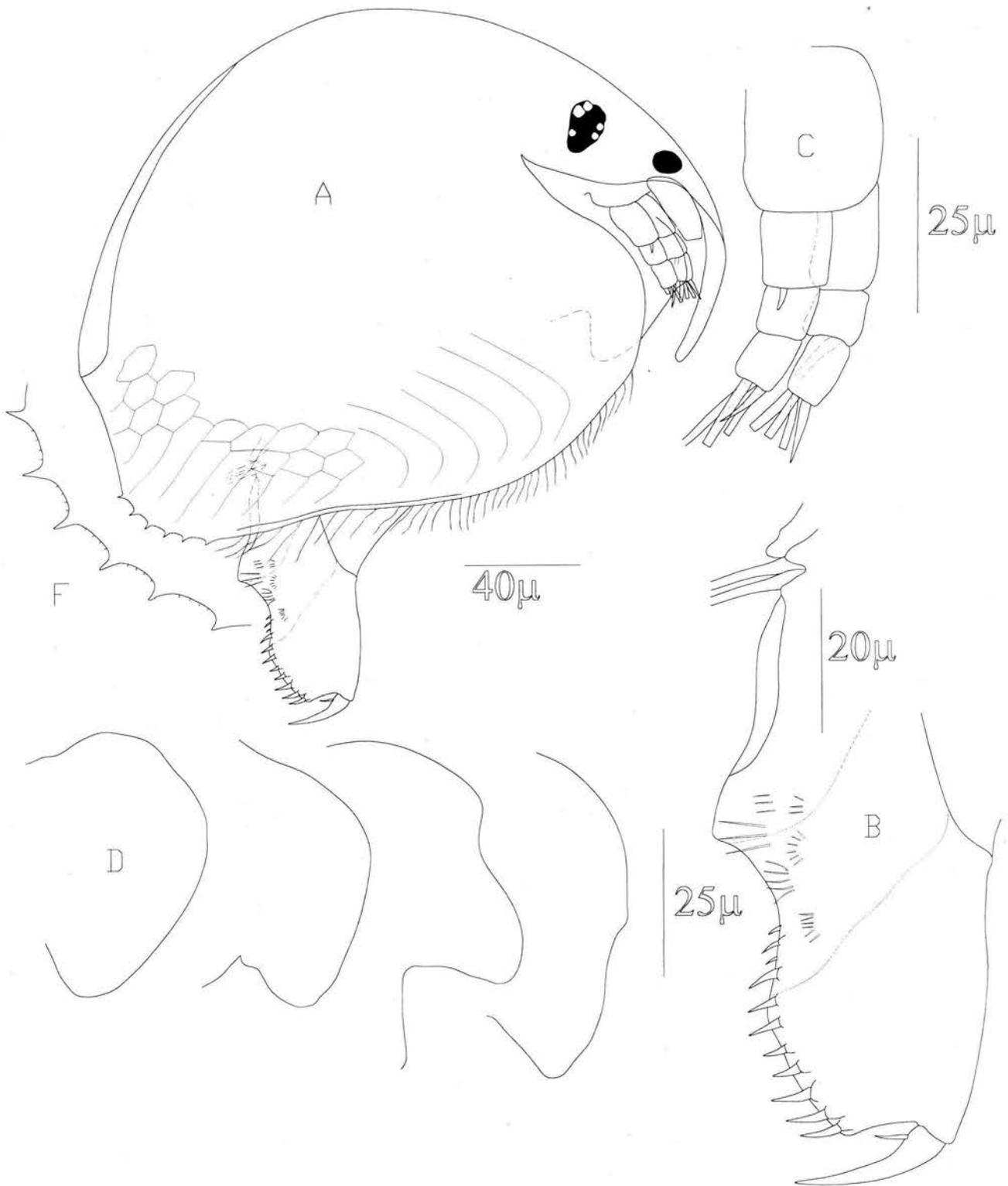
Rostro largo puntiagudo, curvado posteriormente. Ojo rodeado de numerosos lentes hialinos, de mayor longitud que el ocelo, el cual apenas representa 1/3 del volumen de este. Antenula corta y cilíndrica con el ápice angosto donde se insertan estetascos de diferente longitud. Dos poros cefálicos principales separados por dos más pequeños.

Una característica distintiva de esta especie es la presencia de una placa labral amplia, triangular con una proyección en el margen superior del labro, el cual no se observa en organismos juveniles (LamI, fig D).

La formula de las setas en las antenas es 0-0-3/0-1-3, y la de las espinas es 1-0-1/0-0-1. La primer espina del endopodito es pequeña menos de la mitad de la longitud del segmento 2, las espinas terminales de ambas ramas son de longitud similar que el segmento donde se insertan (LamI, fig C).

En el postabdomen (LamI, fig B), el ángulo preanal se encuentra muy marcado y el margen dorsal redondeado distalmente. Región anal y postanal claramente diferenciadas por una esquina. El margen dorsal tiene 13 espinas submarginales. Garra basal pequeña y gruesa de longitud similar a la región anal del postabdomen espinas basal pequeña que se inserta cerca de la base de la garra y de longitud poco menor que el ancho de la base de la garra.

Esta especie es americana y ha sido reportada tanto en Norteamérica como en el sur y a lo largo del Golfo de México, en Estados unidos (Dodson & Frey, 1991), por lo cual su presencia en Veracruz México, no es rara.



LAMINA I. *Alonella dadayi* Birge, 1910. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antena; D, labro; F, ángulo posterodorsal.

SUBFAMILIA ALONINAE

Alona cf. pseudoverrucosa

LAMINA II

Material revisado: 5 hembras partenogénicas colectadas en las estaciones: Dársena, Teapa, Terranova, Gopalapa, Nanchital, San Francisco, Astillero, Uxpanapa Santa Alejandrina, y Jícaro.

Longitud total 0.323 mm. Cuerpo oval (LamII, fig A), con el margen ventral de las valvas proyectado ligeramente en la región media, en este se observan 35 *setas* marginales, las anteriores son más largas que el resto. Región dorsal ampliamente convexa, la altura máxima del cuerpo se encuentra en la región media.

El ángulo posterodorsal de las valvas notablemente redondeado (LamII, fig F), submarginalmente a éste, se observa una hilera de finas setas de igual tamaño, al comenzar la región posterior se agrupan en paquetes divididos por una seta mas grande. La ornamentación visible en la valva son seis líneas longitudinales, más pronunciadas hacia el ángulo posterodorsal y recubierta de puntos.

Región cefálica amplia, rostro ligeramente alargado y fino, placa labral lisa, redondeado con una ligera punta. Ojo, rodeado de numerosos lentes hialinos de tamaño ligeramente menor al ocelo, el cual se inserta cerca de la base de las antenulas.

Las antenulas son pequeñas, cilíndricas y atenuadas en su ápice, su punta se presenta muy lejos del margen del rostro, 8 estetascos visibles insertados en la punta, cercano al ápice se puede observar un posible poro de inserción de una seta sensorial, sin embargo no fue posible observarla en ninguno de los especímenes colectados.

Escudo cefálico ancho (LamII, fig D), con dos poros cefálicos principales interconectados, laterales a ellos hay dos poros en forma irregular o de roseta, los cuales son visibles lateralmente.

Antena corta (LamII, fig E), la primer espina del endopodito es mayor que el segmento 2, la formula es 1-0-1/0-0-1, las espinas terminales de ambas ramas son gruesas y de igual longitud entre ellas y mayores que el segmento donde se insertan, la formula de las setas es 0-0-3/0-1-3. Se observan 4 setas gruesas en el primer segmento del exopodito.

Postabdomen grande (LamII, fig B), amplio distalmente y ventralmente redondeado, región preanal de mayor longitud que la postanal. En el margen tiene 7 espinas gruesas que decrecen en longitud hacia la región anal. Lateralmente presenta 8 paquetes de

setas, los dos mas cercanos a la garra tienen 1 y 2 setas gruesas, que se proyectan por mucho fuera del margen del postabdomen, el resto tienen solo la primera seta gruesa y larga, disminuyendo en longitud.

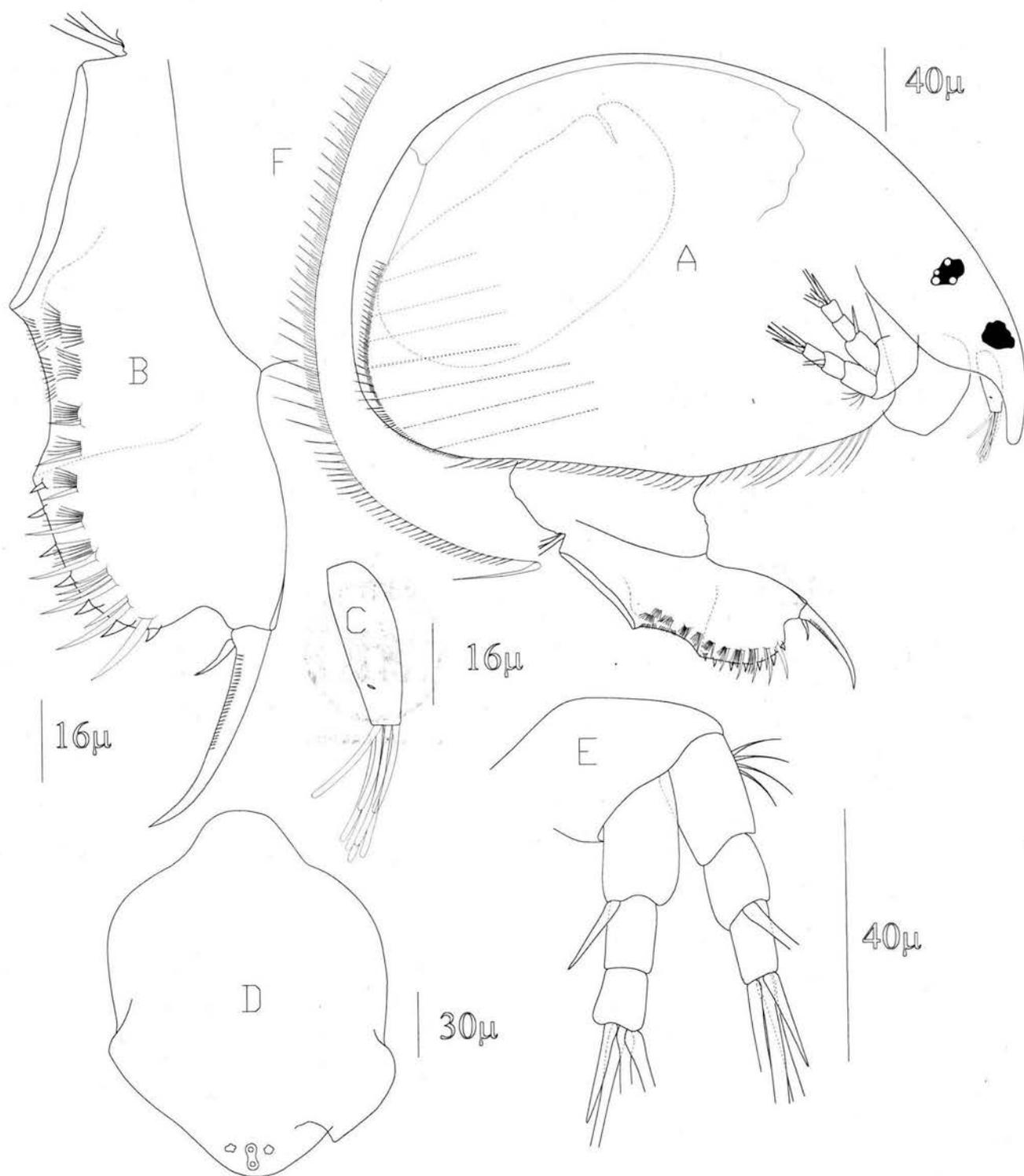
En la región anal, hay cinco paquetes con setas de igual tamaño y acomodados en dos filas. Garra basal de mayor tamaño que la región postanal con una fina setulación en el margen convexo, espina basal muy pequeña de apenas $\frac{1}{4}$ la longitud total de la garra.

Las características que le dieron la categoría *cf.* fue la presencia de poros laterales en forma de roseta, característica única en *A. pseudoverrucosa*, y el número de denticulos en el postabdomen aunque difiere en la longitud de las setas laterales, las cuales se proyectan más allá del margen dorsal, también varía en la longitud de las antenulas. Además, no se observan tubérculos sobre las valvas como en *A. pseudoverrucosa*, apenas se observan unas ligeras líneas longitudinales. Estas diferencias morfológicas hacen suponer que se trata de una especie emparentada con las poblaciones europeas o bien de una especie americana, esta dificultad hace necesario un estudio más detallado y profundo entre poblaciones americanas y europeas.

IZT.



U.N.A.M. CAMPUS



LAMINA II. *Alona cf. pseudoverrucosa*. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antenula; D, escudo cefálico; E, antena; F, ángulo posteroventral.

Alona cf. quadrangularis

LAMINA III

Material revisado: 5 hembras partenogénicas colectadas en las estaciones Terranova, Gopalapa, Nanchital, Santa. Alejandrina y Jícaro.

Longitud total 0.60 mm. Cuerpo en forma ovoide de color ámbar transparente (LamIII, fig A), las valvas presentan 6 líneas longitudinales apenas visibles, en la descripción de Smirnov (1971) y la de Duigan (1992) de especímenes europeos se notan celdas rectangulares, en este caso no. La altura máxima cercana a la parte posterior del cuerpo, ángulos posteroventral y dorsal ampliamente redondeados.

Margen ventral casi recto con tres grupos aparentes de setas, las anteriores de mayor longitud, las medias de la mitad de estas y las posteriores ligeramente mayores, en el ángulo posteroventral se pueden observar cinco paquetes de setas que crecen distalmente y continúan con una hilera de pequeñas espinas en el margen posterior. En el margen anterior de las valvas se observa una invaginación o doblez.

Rostro corto y amplio con una muesca que se observa de manera lateral, que no se menciona en la descripción de *Alona quadrangularis*. Ojo de mayor magnitud que el ocelo.

Antenulas cilíndricas (LamIII, fig C), con el ápice angosto donde se insertan 9 estetascos de diferente longitud que se encuentran bisegmentados, en el segundo tercio se observa una seta sensorial muy transparente.

Placa labral amplia (LamIII, fig D), redondeada con una muesca en la zona inferior, se observan dos series de espinas insertadas del margen interior que corren lateralmente, se presentan también otros tres grupos laterales.

Antenas largas y ornamentadas por espinas y setas (LamIII, fig E), sobre todo en la zona distal de los segmentos, la fórmula de las setas es 0-0-3/1-1-3, la primera seta del endopodito es más corta que esta, muy delgada y transparente. En el cuarto segmento se observa una armadura de cuatro setas gruesas. La fórmula de las espinas es 1-0-1/0-0-1. las tres son de tamaño similar entre sí y mayores que el segmento distal.

Postabdomen grande (LamIII, fig B), ensanchado distalmente. Margen dorsal de la región postanal con 11 espinas: las dos primeras están desnudas y el resto presentan setulas en su lado convexo y decrecen ligeramente hacia el cuerpo. En la región anal hay tres grupos de espinas pequeñas que también decrecen en longitud. Lateralmente hay 11 paquetes de setas que aumentan en número hacia la región preanal y la primer

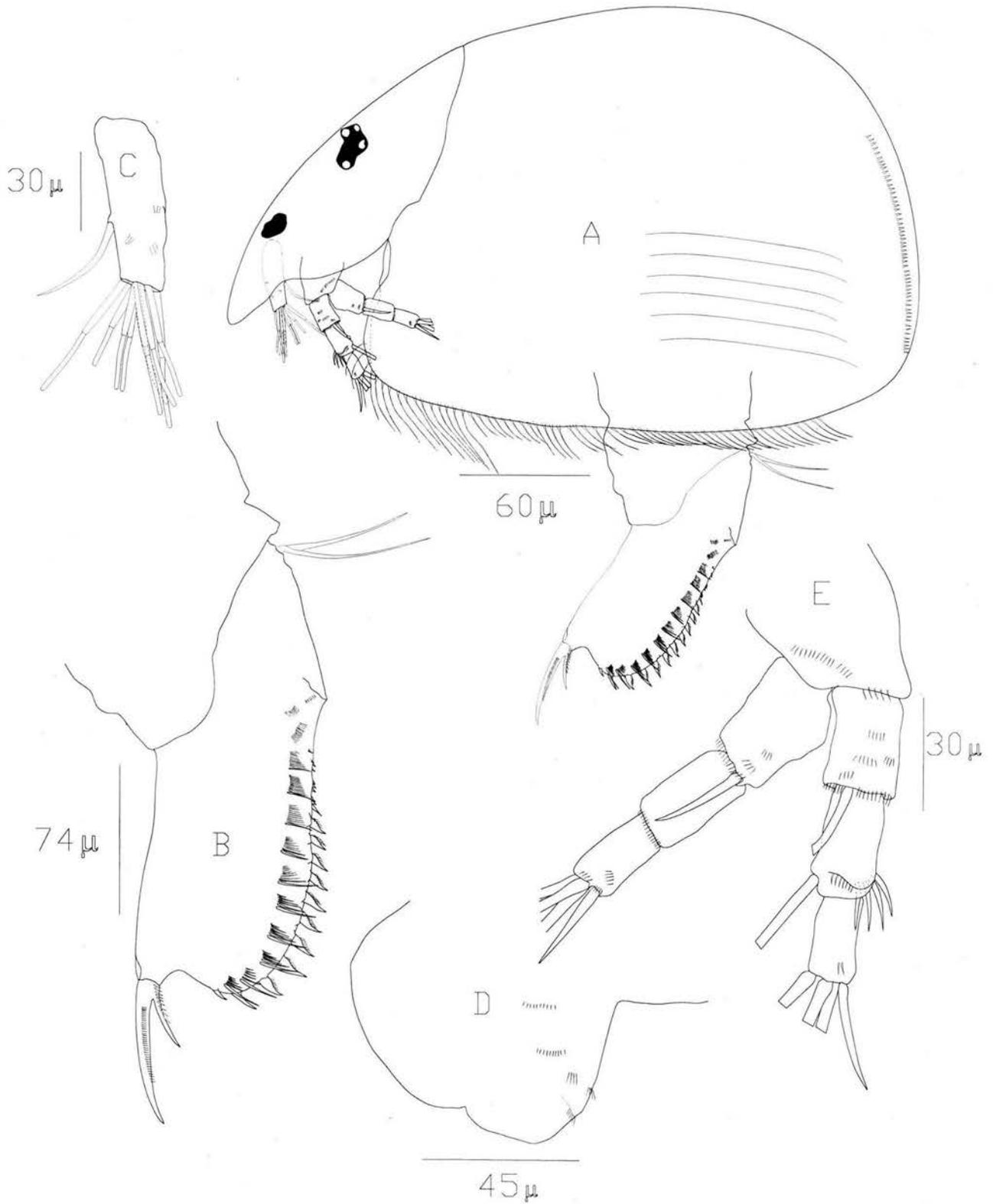
seta de cada paquete es mas gruesa que el resto, las primeras sobrepasan el margen dorsal del postabdomen.

Garra basal larga de casi 1/3 de la longitud del postabdomen con una fina setulación en el margen convexo, espina basal gruesa con finas espinas en su lado convexo.

Esta especie ha sido reportada para varios continentes incluyendo América, tanto en sur como en el norte (Sabater, 1987).

Existen algunas diferencias con respecto a la descripción original, algunos especímenes presentan setas en el labro, la espina de la rama interna de las antenas es de mayor longitud y el numero de espinas en el postabdomen es menor de 11 en los organismos mexicanos y de más de 13 en la descripción original. Debido a estas diferencias se le asigno la categoría de *cf.*

Estos organismos han sido reportados como especies epigénicas (hábitat intersticial en el sedimento) en aguas de corriente y en pequeñas charcas cercanas a la orilla de ríos (Sabater, 1987).



LAMINA III. *Alona cf. quadrangularis*. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antena; D, labro; E, antena.

Alona karelica Stenroos, 1897

LAMINA IV

Material revisado: cuatro hembras partenogénicas colectadas en las estaciones Terranova, Gopalapa y Jícaro.

Longitud total promedio 0.380 +/- 0.070 mm. Cuerpo alargado con el margen de las valvas casi recto (Lam IV, fig A), en este se observa de 43 a 48 *setas plumosas* marginales, las anteriores y posteriores más largas que las medias, excepto las ultimas que decrecen hacia la región posterior. Región dorsal ampliamente convexa, la altura máxima del cuerpo se encuentra en la región media. El ángulo posterodorsal de las valvas notablemente redondeado, submarginalmente a este se observa una hilera de diminutas espinulas dirigidas hacia la región posterior.

Región cefálica amplia, rostro corto y truncado, placa labral lisa, de forma triangular (Lam IV, fig D). Ojo grande, rodeado de numerosos lentes hialinos, el ocelo es pequeño de apenas $\frac{1}{4}$ del total del ojo, insertado cerca de la base de las antenulas. Estas últimas cortas y anchas (Lam IV, fig C), su punta no sobrepasa el margen del rostro, presenta 9 estetascos insertados en la punta, los dos más largos representan poco menos de la mitad de la longitud total de las antenulas, en la zona media se puede observar un posible poro de inserción de una seta sensorial, sin embargo, no fue posible observarla en ninguno de los especímenes colectados. Escudo cefálico con tres poros cefálicos interconectados, el medio más pequeño (Lam IV, fig G).

Antena corta (Lam IV, fig E), con una espina triangular plana, insertada en el basipodito, la primer espina del endopodito es pequeña apenas la mitad de la longitud del segmento 2, la formula es 1-0-1/0-0-1, las espinas terminales de ambas ramas son de igual longitud entre ellas y con el segmento donde se insertan, la formula de las setas es 0-0-3/0-1-3. También se observan hileras de pequeñas espinulas en la región distal del primer y segundo segmento del endopodito.

Postabdomen grande (Lam IV, fig B), alargado, semirectangular y ventralmente redondeado, región postanal grande casi la mitad de la longitud total del postabdomen proyectada mas allá de la base de la garra, presenta una cuña cercana a la base de la misma. De manera submarginal presenta una serie de espinas que decrecen en longitud hacia la región anal, las tres mayores, tienen una serie de espinas en su lado convexo, a partir de la última se observan 7 paquetes de dos o tres espinas de menor tamaño respecto a la primera, en la región anal en el margen se presenta presentan una serie de pequeñas espinulas. Lateralmente presenta 9 paquetes de setas 6, que decrecen en longitud, y los 3 últimos son más pequeños con setas de igual tamaño. Garra basal larga de casi el 40% de la longitud del postabdomen con una fina setulación en el margen convexo, espina basal muy pequeña.

El apéndice torácico (Lam IV, fig F), exópodo delgado y cilíndrico, con una seta alargada y delgada, el lóbulo distal interno con tres setas, primera y tercera largas y delgadas con setulas en el segundo segmento, la segunda seta es pequeña y no se observa ningún tipo de ornamentación o segmentación.

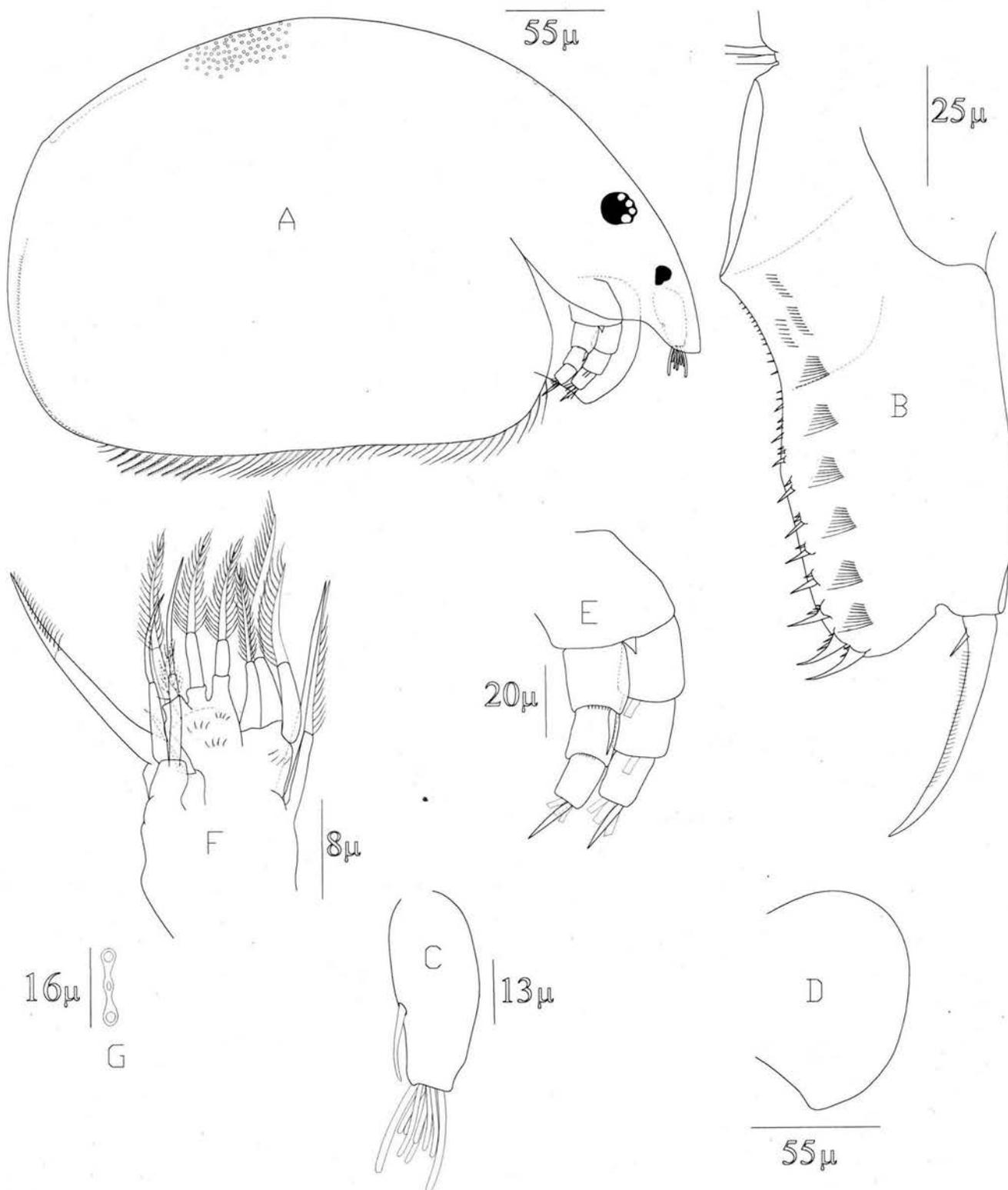
La característica más conspicua es el tipo de postabdomen, el cual se proyecta más allá de la base de la garra y es semejante a 3 especies conocidas en América (*Alona guttata*, *A. costata*, y *A. karelica*). En particular *A. karelica* se asemeja aun más, por la presencia de dientes en las espinas dorsales del postabdomen, caso no observable en *guttata* o *costata*. Otra característica en común con *A. karelica* es la presencia de poros u hoyuelos, sobre el dorso y la valva, en el caso de *guttata* se pueden presentar tubérculos y en *costata* líneas longitudinales, sin embargo es difícil decidir sobre la ornamentación ya que en estas últimas se ha determinado gracias a la microscopía electrónica de barrido (Duigan, 1992).

Según la descripción de Rey & Vasquez (1986) las características de los organismos colectados corresponden a lo reportado por ellos de la Laguna La Orsinera en Venezuela como *Alona karelica*, por lo cual se considera a estos organismos como pertenecientes a la misma especie.

La presencia de esta especie en América es difícil, ya que han sido organismos reportados en Europa, como especie paleártica, aunque Idris (1983) en: (Rey & Vasquez, 1986) reportó en Malasia un organismo con características similares que considero como *Alona cf. karelica*, ampliando el hábito de distribución de esta especie.

La problemática de las especies emparentadas de Europa hacia América requiere un mayor estudio, comparando poblaciones de ambos continentes para ver si existe una relación o bien si se trata de nuevas especies que han evolucionado por separado.

Alona guttata y *costata* son especies reportadas como europeas, por lo cual lo reportado en América como las mismas pueden tratarse de especies diferentes. Difícilmente se puede llegar a una conclusión, debido a la falta detallada de descripciones o esquemas de los apéndices natatorios y características diacríticas. Es necesario adquirir un número mayor de organismos adultos y hacer comparaciones con organismos tipos de las especies más parecidas para decidir el estatus taxonómico de estas.



LAMINA IV. *Alona karelica* Stenroos, 1897. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antena; D, labro; E, antena; F, apéndice torácico I; G, poros cefálicos.

Alona sp. 1

LAMINA V

Material revisado: Tres hembras partenogénicas colectadas en las estaciones Teapa y Nanchital.

Longitud total 0.30 mm. Cuerpo alargado con el margen de las valvas casi recto (LamV, fig A), con una ligera proyección en la zona media, en este se observan alrededor de 31 setas, las anteriores más largas se insertan en el margen mientras las últimas se hacen submarginales, las medias son poco más cortas.

El ángulo posterodorsal de las valvas redondeado (LamV, fig F), submarginalmente a este se observa una hilera homogénea de diminutas espinulas dirigidas hacia la región posterior. La valva es transparente con dos o tres estrías paralelas al margen ventral.

Región cefálica amplia, rostro corto y truncado, placa labral lisa, redondeada semitriangular en el ápice (LamV, fig D).

Ojo grande, rodeado de numerosos lentes hialinos, el ocelo es pequeño de aproximadamente $\frac{1}{2}$ del total del ojo, insertado cerca de la base de las antenulas.

Antenulas cortas y anchas (LamV, fig A), su punta no sobrepasa el margen del rostro, presenta 8 estetascos insertados en la punta, los cuatro más largos representan poco más de la mitad de la longitud total de las antenulas, en la zona media se puede observar un posible poro de inserción de una seta sensorial. Escudo cefálico con tres poros interconectados, el poro central es más pequeño que los extremos.

Antena corta (LamV, fig E), con una espina triangular plana, insertada en el basipodito, la primera espina del endopodito es gruesa y sobrepasa la longitud del segmento 2, la fórmula espinal es 1-0-1/0-0-1, las espinas terminales de ambas ramas son de longitud similar entre ellas y más grandes que el segmento que las contiene, la fórmula de las setas es 0-0-3/0-1-3.

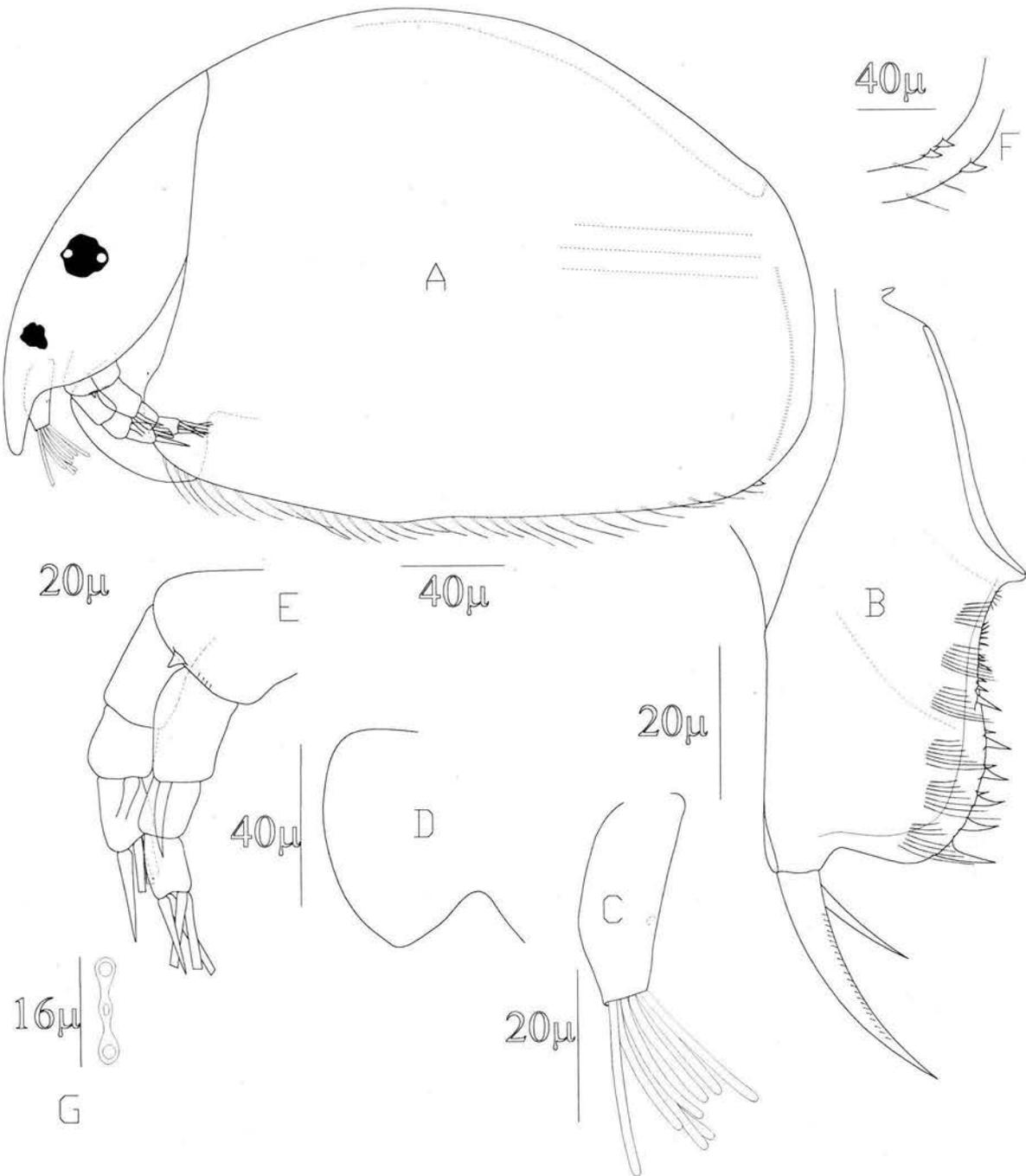
Postabdomen amplio (LamV, fig B), ventralmente recto, región postanal redondeada y de longitud similar a la anal, la región anal de mayor tamaño. El margen dorsal tiene una serie de 7 espinas que decrecen en longitud hacia la región anal, a partir de la tercera se acompañan de una pequeña espina en la base, la quinta y sexta con dos, posterior a estas se presenta un grupo de pequeñas espinas de igual longitud. Lateralmente presenta 6 paquetes de setas, que decrecen en longitud hacia el cuerpo.

Garra basal larga y gruesa de casi el 40% de la longitud del postabdomen con una fina setulación en el margen convexo, espina basal con una longitud poco mayor de la mitad

de la garra. En el margen dorsal es posible observar una especie de quilla apenas visible que recorre la zona postanal y anal.

De acuerdo con la clave de Korovochinsky & Smirnov (1998), las especies relacionadas pueden ser *Alona monocantha* y *A. circumfimbriata*, semejándose más a *monocantha* por la presencia de 1-3 dentículos en el ángulo posterodorsal, sin embargo no hay descripciones detalladas que pudieran aclarar el estatus de esta especie. *Alona monocantha*, ha sido reportada para México en un tributario del Usumacinta en Tabasco sin embargo, Elias *et al*, (1997) la consideran como especie incierta.

La escasez de material y el mal estado de los organismos no permiten mayor calidad en la identificación, por lo que es necesario obtener más especímenes para asegurar su taxonomía específica.



LAMINA V. *Alona* sp. 1. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antenula; D, labro; E, antena; F, ángulo posterodorsal; G, poros cefálicos.

Alona sp. 2

LAMINA VI

Material revisado: cinco hembras partenogenéticas colectadas en las estaciones Terranova, Calzadas y Nanchital.

Longitud total 0.255 mm. Cuerpo alargado semirectangular con el margen ventral de las valvas casi recto con una proyección en el primer tercio del cuerpo (LamVI, fig A), región dorsal ampliamente convexa con su altura máxima en la región media, en el margen ventral se observan alrededor de 34 setas, las anteriores son más largas que el resto. El ángulo posterodorsal y ventral de las valvas ligeramente redondeado.

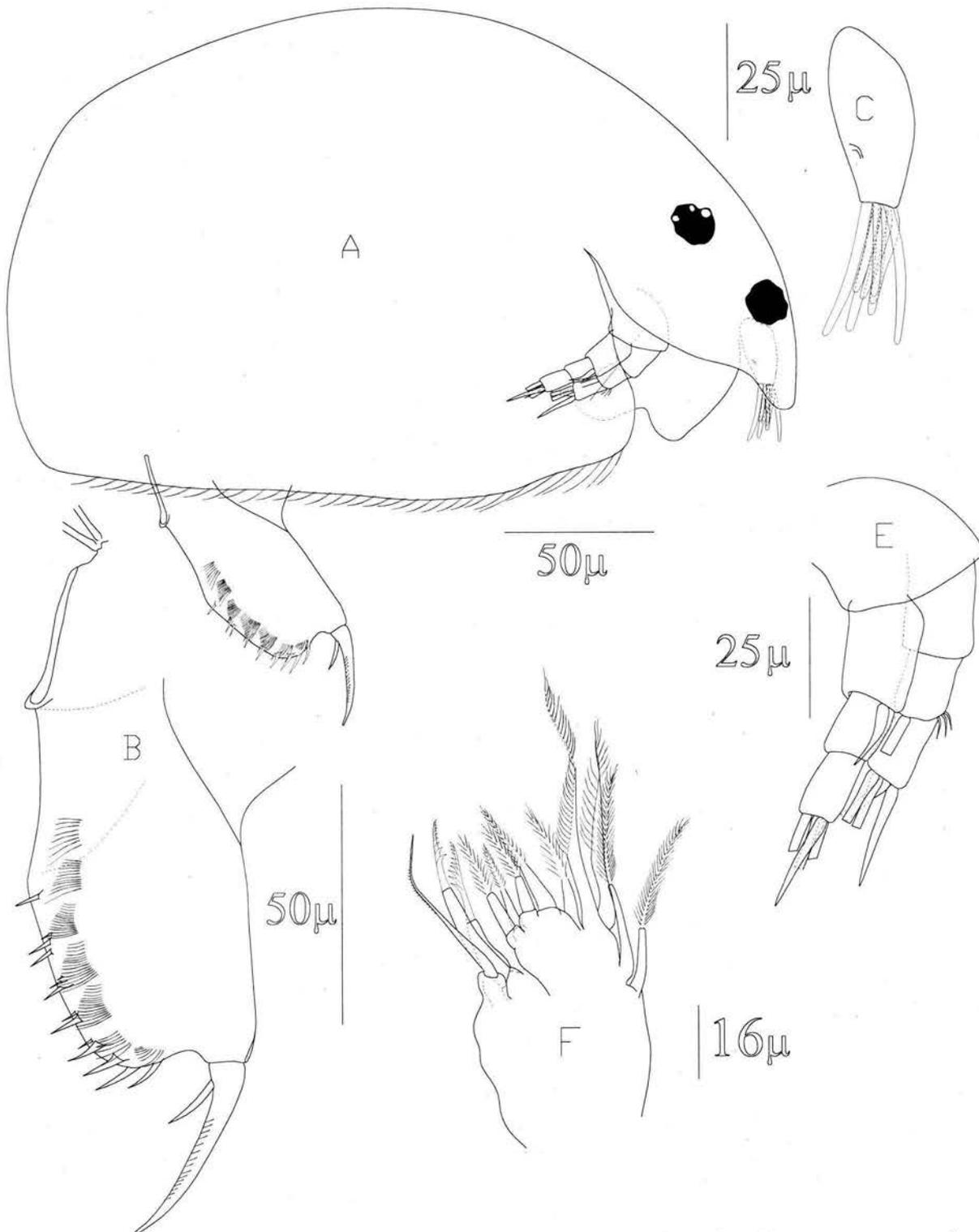
Región cefálica amplia, rostro corto y truncado, placa labral lisa y amplia, de forma triangular redondeado. Ojo rodeado de numerosos lentes hialinos, de tamaño similar al ocelo. Antenas cortas y anchas (LamVI, fig C), su punta no sobrepasa el margen del rostro, presenta 8 estetascos insertados en el ápice, los dos más largos representan poco más de la mitad de la longitud total de las antenas, en la zona media se puede observar un posible poro de inserción de una seta sensorial. Escudo cefálico con tres poros cefálicos de tamaño similar interconectados.

Antena corta (LamVI, fig E), la primera espina del endopodito sobrepasa poco la longitud del segmento 2, la fórmula es 1-0-1/0-0-1, las espinas terminales de ambas ramas son de longitud similar entre ellas y más grandes del segmento donde se insertan, la fórmula de las setas es 1-0-3/0-1-3, la primera seta del exopodo es muy transparente. Se observan tres espinulas en la región distal del segundo segmento del exopodo.

Postabdomen rectangular (LamVI, fig B), región anal y postanal claramente delimitada por ángulos. El dorso submarginalmente en la región postanal tiene una serie de espinas que decrecen en longitud hacia la región anal, las tres primeras son solitarias las posteriores se acompañan por una o dos espinas de menor longitud. Lateralmente presenta 7 paquetes de setas que decrecen en longitud hacia la región anal. Garra basal de menor tamaño que la región postanal, el margen convexo presenta una fina setulación, la espina basal es de 1/3 la longitud de la garra.

El apéndice torácico I es característico de las especies del género (LamVI, fig F), presenta un exópodo delgado y cilíndrico, con una seta larga, sin segmentación aparente, el lóbulo distal interno con dos setas de longitud similar bisegmentadas y con setas amplias insertadas distalmente.

Alona sp. II ya ha sido ampliamente descrita por Ciro, 1994; Elías, 1996, concluyendo que se encuentra incluida en un grupo de especies.



LAMINA VI. *Alona sp. 2*. Figura A, habito en vista lateral de hembra partenogenética. Figuras B, postabdomen; C, antena; E, antena; F, apéndice torácico I.

Bryospilus repens Birge, 1910

LAMINA VII

Material revisado: 1 hembra colectada en la estación Boca.

Longitud total 0.27 mm. Forma del cuerpo oval (LamVII, fig A), las regiones posteroventral y pesterodorsal notablemente redondeadas, margen ventral de la valva cuenta con 46 setas, según la descripción original deberían ser de 55 a 65 sin embargo la falta de material y el maltrato del organismo colectado pueden ser las causas de que estén incompletas.

Rostro moderadamente elongado que termina en una punta redondeada. Carece de ojo compuesto y presenta un ocelo cercano a la base de las antenulas. Estas ultimas son muy pequeñas y se angostan en el ápice, en este organismo no es posible observar los detalles de la antenula pero según la descripción original de Frey (1980) presenta 9 setas sensoriales cortas en el ápice que están arregladas en tres hileras, también presenta una seta sensorial media que se proyecta de una muesca en el primer tercio de la antena.

Las antenas son cortas y robustas(LamVII, fig C), la formula de las setas es 0-0-3/0-1-3, la de las espinas es 1-0-1/0-0-1, la primer espina del endopodito es mayor que el segundo segmento y de tamaño ligeramente menor que las espinas terminales. La articulación de las antenas es muy notoria pues se encuentra muy esclerotizada y tiene una forma de "γ".

La placa labral es grande y se proyecta hacia la región posterior (LamVII, fig D), lateralmente se notan varias proyecciones redondeadas.

Postabdomen de forma triangular (LamVII, fig B), la región anal esta bien definida por ángulos y por el tipo de ornamentación presente. La región postanal es la de mayor longitud y esta ornamentada con 11 espinas laterales gruesas y curvas. La región anal presenta 16 espinas lanceoladas en el margen, la preanal, solo presenta cuatro espinas en el ángulo preanal. Lateralmente hay 11 paquetes de setas que corren cerca del margen dorsal hasta la región preanal, hay un paquete que hace doble fila en la región anal. En el margen ventral se observan tres hileras de setas perpendiculares.

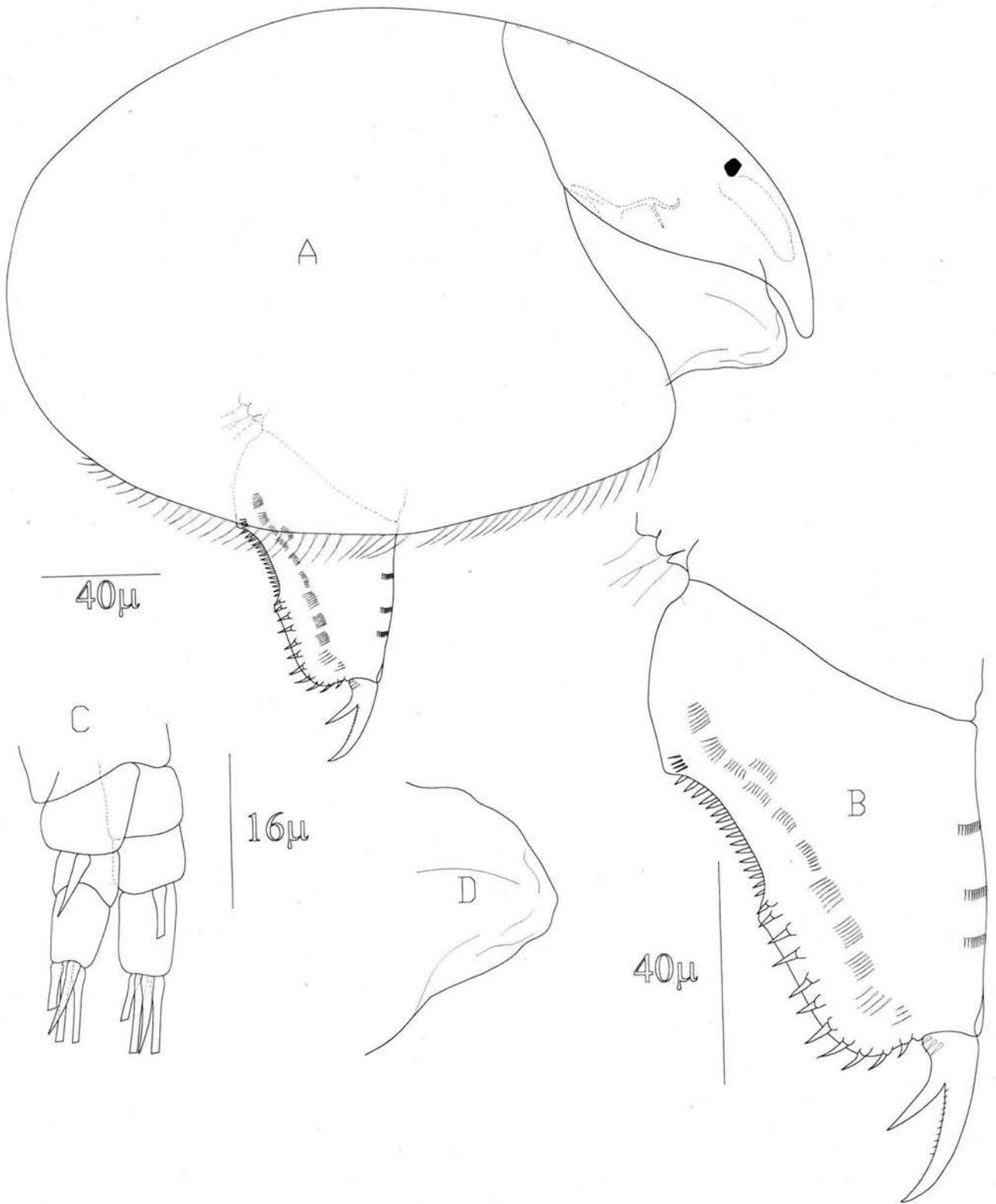
La garra del posabdomen es corta y muy gruesa sobre todo en la base, en donde hay tres pequeñas espinulas, la garra esta ornamentada por pequeñas espinulas en el margen convexo, la garra basal alcanza casi la mitad de la longitud de la garra y se encuentra insertada en el 1 primer tercio de esta.

Solo se han reportado dos especies en el mundo, *B. bifidus* (Nueva Zelanda) y *B. repens* (Venezuela, Puerto Rico, y sur de Estados Unidos de Norteamérica), este

habita sobre musgos y hepáticas en bosques de lluvia y templados (Frey, 1980), la vegetación cercana al río Coatzacoalcos es del tipo de selva baja perennifolia.

Tanto *O. ciliata* como *B. repens* presentaron un solo espécimen, indicando que su presencia en el río fue debida al azar lo cual se confirma por los hábitos de *B. repens*, su presencia es debida a que durante la época de lluvias fueron arrastrados de charcas y plantas cercanas al río.

La identificación con un solo organismo es difícil de aceptar, sin embargo, ambas especies presentan características únicas e inconfundibles.



LAMINA VII. *Bryospilus repens* Birge, 1910. Figura A, habito en vista lateral de hembra juvenil. Figuras B, postabdomen; C, antena; D, labro.

Kurzia longirostris Daday, 1898

LAMINA VIII

Material revisado: 5 hembras partenogénicas colectadas en las estaciones Dársena, Astillero, Terranova, Gopalapa y Nanchital.

Longitud total 0.58 mm. Cuerpo alargado de forma ovoide con la altura máxima del cuerpo en la región media (LamVIII, fig A), ángulos anterior y posterior de las valvas redondeado. Las setas anteriores son cuatro veces más largas que las medias y la mitad de las posteriores, las últimas decrecen hacia la región posterior. Región dorsal redondeada.

Escudo cefálico con tres poros cefálicos interconectados. Rostro puntiagudo y muy largo cercano a $\frac{1}{4}$ de la altura del organismo y curvado hacia la región posterior. Las antenulas son alargadas y cilíndricas alcanzando apenas la mitad del rostro, se observa una seta sensorial muy corta y delgada que se proyecta desde la zona media.

Placa labral lisa y amplia (LamVIII, fig D), de forma triangular, con ligeras ondulaciones en el ápice.

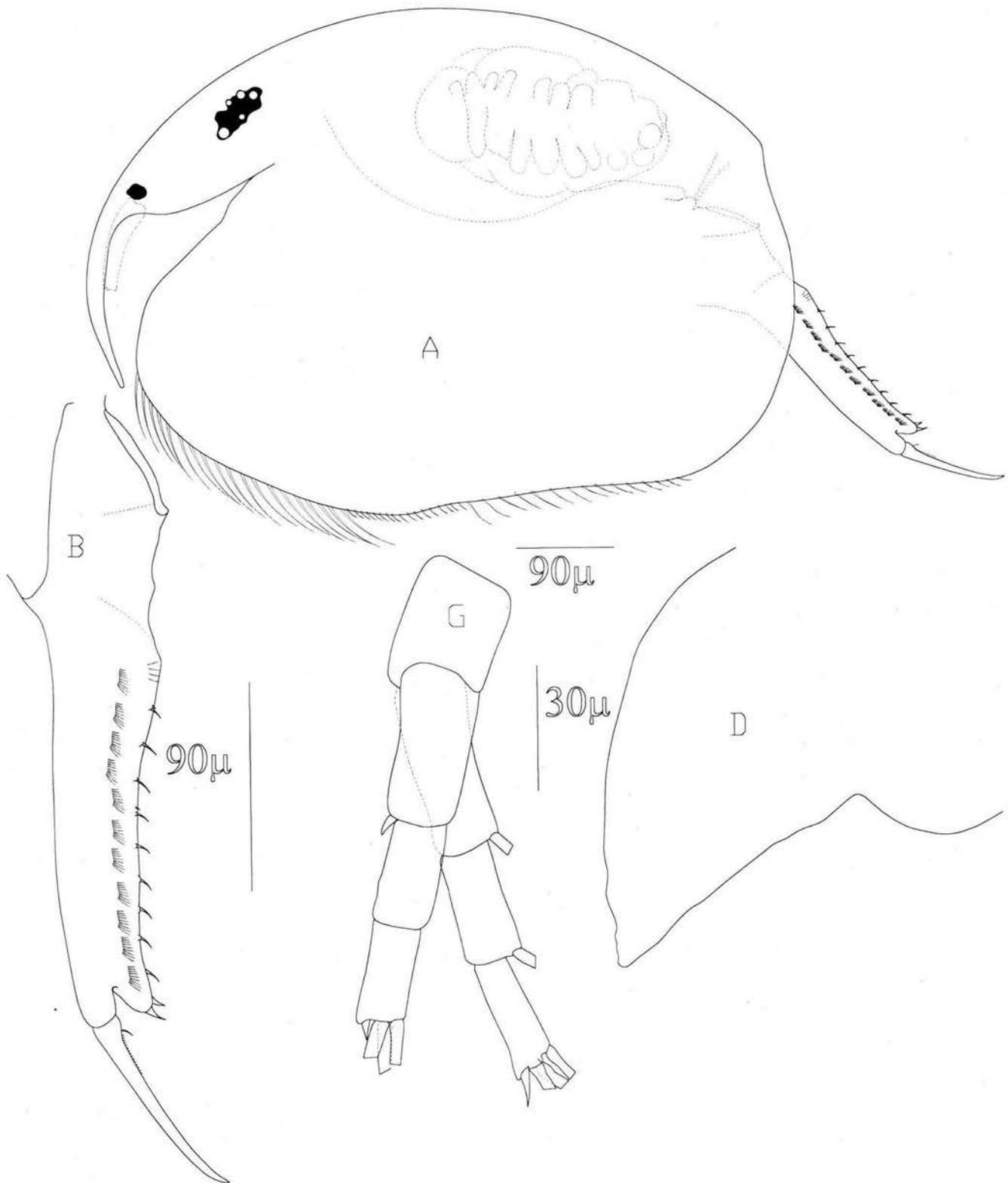
Ojo grande, redondeado y rodeado de numerosos lentes hialinos, el ocelo es pequeño de apenas $\frac{1}{4}$ del total del ojo, y se inserta cerca de la base de las antenulas. Antenas largas con un basipodito pequeño respecto al los segmentos de las ramas (LamVIII, fig G), la formula de las setas es 0-0-3/1-1-3, las espinas son pequeñas y su formula es 1-0-1/0-0-1.

Postabdomen delgado (LamVIII, fig B), su longitud alcanza poco más de la mitad del cuerpo. El margen dorsal ligeramente cóncavo y el ventral convexo, región postanal grande casi el 70% de la longitud total del postabdomen, el ángulo postanal presenta una proyección muy marcada mas allá de la base de la garra, observándose una profunda muesca entre estos. Presenta alrededor de 11 dentículos dorsales de longitud similar excepto los dos primeros del ángulo postanal que son más grandes. Lateralmente presenta 11 paquetes de setas, que decrecen ligeramente en longitud. Garra basal larga de casi $\frac{1}{3}$ de la longitud del postabdomen con una fina setulación en el margen convexo, espina basal fina y muy pequeña.

Esta especie fue reportada por Van De Velde en 1974 en un tributario del río Usumacinta, pero falta material y descripción. Elias *et al.*, (1997), considera que no es posible de encontrar esta especie en México ya que está restringida a otras regiones (Asia y África).

Sin embargo la descripción de los especímenes transatlánticos solo se diferencian de los encontrados en la longitud del rostro, el cual se encuentra a $\frac{1}{4}$ del margen de las valvas y no en $\frac{1}{2}$ de acuerdo con la clave de Korovochinsky & Smirnov (1998).

A pesar de la distribución original de esta especie, la diferencia mencionada de los organismos mexicanos es mínima, por lo tanto se reporta como *Kurzia longirostris*.



LAMINA VIII. *Kurzia longirostris* Daday, 1898. Figura A, habito en vista lateral de hembra juvenil. Figuras B, postabdomen; D, labro; G, antena.

Oxyurella ciliata Bergamin, 1939

LAMINA IX

Material revisado: 1 hembra partenogénica colectada en la estación Gopalapa.

Longitud total 0.285 mm. Cuerpo en forma ovoide transparente (LamIX, fig A), ángulos posteroventral y dorsal ampliamente redondeados. Margen ventral recto con tres grupos aparentes de setas, las anteriores de mayor longitud que las medias y las posteriores.

Escudo cefálico con dos poros principales separados por dos más pequeños que se encuentran interconectados, lateralmente se observa un poro de cada lado (LamIX, fig G). Rostro ligeramente puntiagudo. Ojo de mayor longitud que el ocelo, el cual se inserta cerca de la base de las antenas.

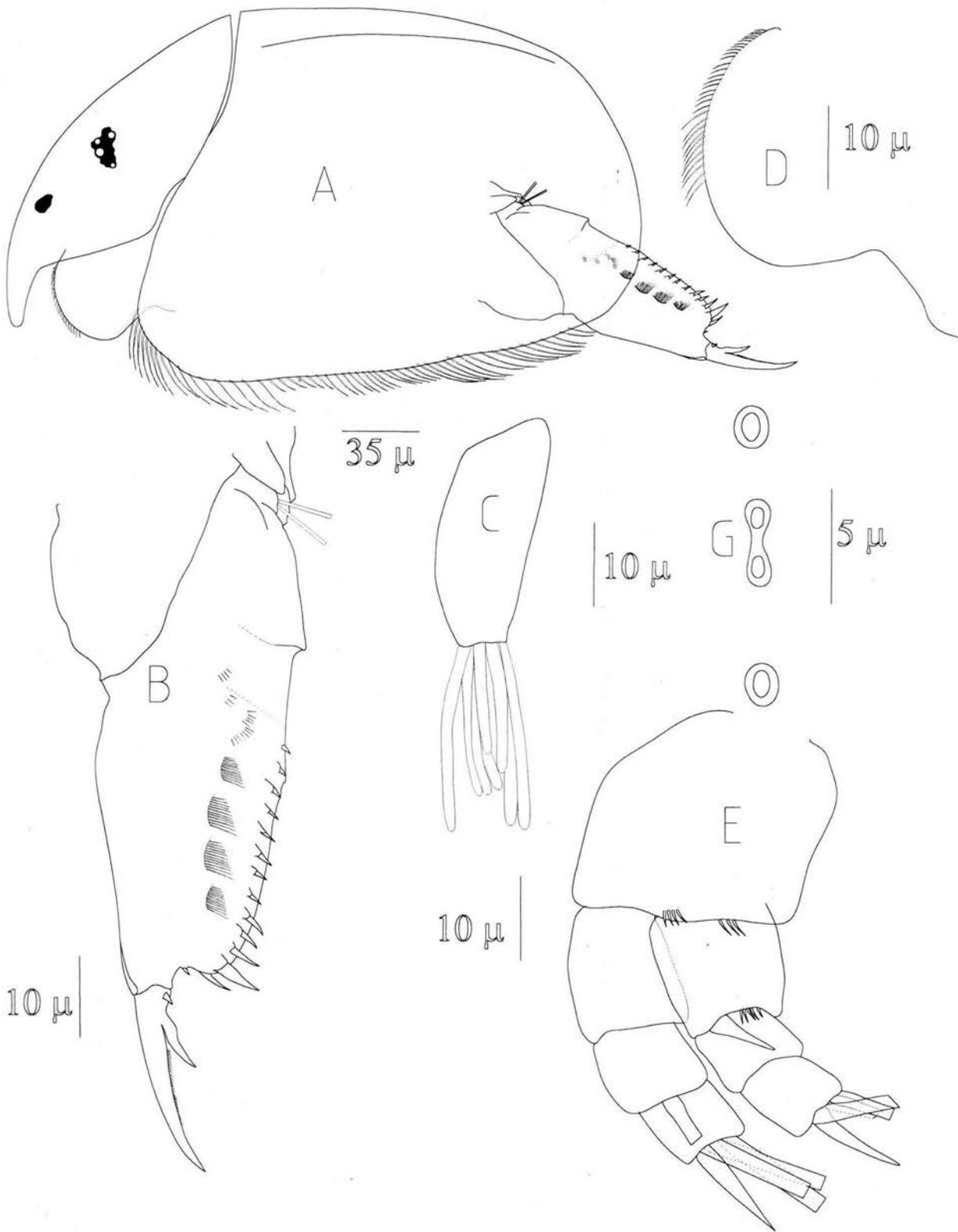
Antenulas cortas con el ápice angosto donde se insertan 8 estetascos de diferente longitud (LamIX, fig C). La característica distintiva de esta especie es la presencia de una placa labral amplia y redondeada pubescente (LamIX, fig D).

El basipodito de las antenas es amplio y grueso igual que los segmentos de las ramas y esta ornamentado con pequeñas espinas (LamIX, fig E), la formula de las setas es 0-0-3/0-1-3. La formula de las espinas es 1-0-1/0-0-1, la primer espina del exopodito es de tamaño similar al segmento dos y esta acompañada por espinas pequeñas, las espinas terminales de ambas ramas son de mayor longitud que el segmento donde se insertan.

El postabdomen se angosta distalmente y en su margen ventral presenta una ligera proyección (LamIX, fig B). Margen dorsal de la región postanal con 13 espinas que decrecen ligeramente hacia el cuerpo excepto las dos primeras que son más pequeñas que la tercera que se encuentra insertada justo en el ángulo dorsal postanal. Lateralmente hay 4 paquetes de setas que decrecen hacia la región anal.

Garra basal gruesa larga de casi 1/3 de la longitud del postabdomen con una fina setulación en el margen convexo, presenta dos espinas basales, una pequeña que se inserta cerca de la base de la garra y la segunda que es mas gruesa se inserta por arriba de esta.

Se distribuye en centro y Sudamérica. Se reconocen 5 especies y la característica diacrítica para *ciliata* es la presencia de un labrum pubescente. Se habia reportado anterior mente en el Lago Peten en Guatemala por Van de Velde *et al.*, (1978) muy cercano a la frontera sur de México.



LAMINA XI. *Oxiurella ciliata* Bergamin, 1939. Figura B, postabdomen, C antenas, D labro, G, poros cefálicos.

ANEXO III. Parámetros Físicoquímicos

ESTACIÓN	CONDUCTIVIDAD		OXÍGENO med-1		TEMPERATURA °C		TURBIDEZ NTUs		ALCALINIDAD med-1		pH		SALINIDAD a/oo		N03 med-1		FOSFORO TOTAL med-1		NH3 med-1		DOO		STD med-1		MOE		HA		
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S
Boca	441	5118	7.1	6.7	22.2	23.1	4	2	80.8	114	8.64	8.51	2.5	35.1	1.6	2.2	1.24	0.39	0.24	0.24	2.4	238.8	7.91	2995	37.495	0.31	0.01	0.01	
Dorsena	500	5113	6.7	6.6	22.4	23.1	4	2	79.2	112.4	8.17	8.92	2.8	33.9	1.3	1.4	1.72	1.26	0.26	0.26	0.6	324.16	6764.6	2745	28175	0.52	0.02	0.02	0.02
Aerillero	393	4030	6.9	6.6	22.4	21.9	5	1	75.2	112	8.16	8.32	1.9	27.1	0.4	2.7	2.82	1.03	0.38	1.1	1.1	191.99	2996.4	1985	33245	0.31	0.02	0.01	0.02
Teapa	398	4980	7.3	5.7	22.9	22.9	5	6	70.8	97.6	8.28	8.42	2.2	33.9	0.3	1.1	0.32	1.07	0.24	0.24	0.5	143.46	3268.8	1280	26600	0.45	0.27	0.02	0.02
Epopolpa	246	371	7.9	5.6	23.8	23.2	5	5	51.6	115.6	8.07	8.46	1.3	2.1	0.4	0.2	1.63	0.84	0.15	1.3	4.40.2	4903.2	2705	32235	0.69	0.02	0.01	0.01	
Calzedas	126	153	7.8	7.1	22.8	21.8	11	11	65.6	80	7.68	8.05	0.7	0.8	2.2	0.8	0.61	0.98	1.16	0.21	0.21	176.15	4063.3	1625	2615	0.29	0.01	0.01	0.01
Ternovos	135	245	4.7	4.8	23.1	22.7	5	5	85.6	80.4	8.13	7.9	0.7	1.3	1.3	1.6	3.62	1.54	0.05	0.36	0.18	138.92	146.19	1825	1945	0.18	0.01	0.01	0.01
Nonchital	133	4580	7.7	5.5	23	23.2	5	3	71.2	106.4	8.15	8.53	0.7	29.7	1.6	1.2	1.08	0.52	0.12	0.18	0.18	155.27	3007.75	1850	1945	0.14	0.02	0.02	0.02
Sn Fca.	16	18	7.9	7.3	23.3	22	5	9	69.6	82.1	8.01	8.01	0.1	0.1	1.6	2.1	0.31	0.98	0.02	0.79	118.04	148.9	1050	1755	0.33	0.20	0.01	0.01	
Sn Arriero	14	20	8.0	7.4	23.5	24.5	6	7	63.2	104	8.17	8	0.1	0.1	2	1.9	0.59	1.04	0.04	0.09	165.26	217.92	1020	28620	0.05	0.01	0.01	0.01	
Uyonepa C	13	13	8.1	7.5	23.5	21.7	9	11	61.6	70.4	7.84	7.96	0.1	0.1	1.9	1.7	0.76	1.03	0.14	0.07	111.68	106.24	280	100	0.23	0.10	0.01	0.01	
Sta. Alajuela	12	11	8.1	7.7	24.4	22	5	8	58	51.6	8.04	8.04	0.1	0.1	1.7	1.2	0.53	0.79	0.04	0.03	138.02	103.51	100	100	0.19	0.01	0.01	0.01	
Cajonera	13	13	7.8	7.4	23.2	22.1	9	11	63.2	63.2	7.84	7.75	0.1	0.1	1.9	1.7	0.21	1.1	0.14	0.19	127.12	141.65	215	170	0.41	0.01	0.01	0.01	
Cochapala	13	12	8.2	8.4	23.6	22.5	7	13	56.8	63.6	8.01	8.17	0.1	0.1	1.6	1.6	0.63	0.76	0.02	0.01	101.7	129.84	60	555	0.48	0.01	0.01	0.01	
Jicaru	12	11	7.9	7.8	23	22.5	5	8	50.8	67.2	8.04	7.69	0.1	0.1	1.7	1.2	0.73	0.81	0.04	0.03	98.06	98.06	190	160	0.27	0.01	0.01	0.01	
PROMEDIO	161.667	1645.87	7.47033	6.801	23.14	22.6133	6	6.8	66.6857	87.2	8.09533	8.19533	0.9	10.9733	1.43333	1.50667	1.12	0.916	0.20267	0.998	177.895	2239.16	1328.33	13047.7	0.32	0.05	0.05	0.05	
MAXIMO	500	5118	8.195	8.36	24.4	24.5	11	13	85.6	115.6	8.64	8.53	2.8	35.1	2.2	2.7	3.62	1.54	1.16	7.9	440.2	7491	2995	37495	0.69	0.27	0.02	0.02	
MINIMO	12	11	4.72	4.8	22.2	21.7	4	1	50.8	51.6	7.68	7.69	0.1	0.1	0.3	0.2	0.21	0.39	0.02	0.01	98.06	98.06	60	100	0.05	0.01	0.01	0.01	

ESTACIÓN	CONDUCTIVIDAD		OXÍGENO med-1		TEMPERATURA °C		TURBIDEZ NTUs		ALCALINIDAD med-1		pH		SALINIDAD a/oo		N03 med-1		FOSFORO TOTAL med-1		NH3 med-1		DOO		STD med-1		MOE		HA		
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S
Boca	225	1007.6	4.9	4.56	28.6	28.7	15	11	80	64	6.76	6.77	1.1	5.2	0.9	1.8	0.22	0.17	1.05	0.65	169.34	95.79	2030	1285	0.55	0.17	0.01	0.01	
Dorsena	255	373	5.23	4.77	28.5	28.8	13	12	96	60	6.92	7.26	1.2	1.8	2	0.35	0.36	0.36	3.9	0.84	1032.85	413.59	6410	1310	0.22	0.2	0.02	0.02	
Aerillero	147	151	4.076	4.8	28.6	28.5	17	22	64	56	6.86	6.96	0.7	0.7	1.7	1.8	0.21	0.25	0.56	0.75	330.97	212.02	795	800	0.62	0.1499	0.02	0.02	
Teapa	148	155	4.96	4.69	28.5	28.6	17	17	60	52	6.78	6.83	0.7	0.7	1.2	0.9	0.23	0.23	0.76	0.9	330.9	330.9	1065	1105	0.74	0.4553	0.02	0.02	
Epopolpa	151	155	4.57	5.59	28.3	28.2	21	24	54	54	6.83	7	0.7	0.7	1.5	1.5	0.31	0.31	1.35	1.35	233.82	153.91	944	944	0.85	0.3528	0.02	0.02	
Calzedas	154	1362	4.38	4.06	28.6	28.5	15	12	60	56	7.06	6.83	0.7	7.4	1	1.2	0.605	0.25	0.86	0.56	176.15	177.51	1625	895	1.36	0.3606	0.02	0.02	
Ternovos	42	43	3.01	3.01	29.3	29.2	42	44	52	48	6.72	6.61	0.2	0.2	1.5	2.3	0.33	0.31	0.82	0.67	147.55	233.8	254	280	0.71	0.3695	0.02	0.02	
Nonchital	55	58	3.06	3.36	28.7	28.6	16	18	58	56	6.74	6.81	0.2	0.3	1.6	1.6	0.19	0.17	0.52	0.41	124.85	521.65	260	260	0.43	0.1161	0.02	0.02	
Sn Fca.	14.2	14.4	2.81	3.46	28.9	28.8	18	47	54	44	6.72	6.61	0.1	0.1	1.4	2.1	0.25	0.24	2.3	1.39	458.09	371.83	100	110	1.01	0.345	0.02	0.02	
Sn Arriero	15.2	13.6	3.56	4.42	29.4	28.9	20	20	42	44	6.6	6.51	0.1	0.1	1.5	1.5	0.22	0.19	4	0.69	598.75	371.83	135	125	0.88	0.2991	0.02	0.02	
Uyonepa C	11	15	4.48	5	29	28.5	24	21	44	44	6.42	6.69	0.1	0.1	1.9	1.8	0.17	0.11	0.16	0.41	18.61	249.25	160	65	0.54	0.1801	0.02	0.02	
Sta. Alajuela	11	11	3.98	4.33	28.9	28.6	30	96	42	40	6.67	6.74	0.1	0.1	1.5	1.9	0.24	0.24	0.37	0.38	541.62	171	155	90	0.55	0.0642	0.02	0.02	
Cajonera	11	11	3.45	4.26	28.7	28.5	33	62	44	40	6.46	6.72	0.1	0.1	0.9	1.3	0.22	0.21	0.43	0.36	249.25	87.62	75	160	0.45	0.0743	0.02	0.02	
Cochapala	10	11	1.95	3.07	28.5	28	50	106	46	42	6.1	6.4	0.1	0.1	2.5	1.3	0.15	0.16	0.52	0.31	238.35	409.05	95	95	0.60	0.09	0.02	0.02	
Jicaru	10	10	1.95	1.64	27.9	27.4	110	167	44	22	6.47	6.76	0.1	0.1	2.4	1.9	0.25	0.2	0.57	0.49	307	307	45	85	0.88	0.2329	0.02	0.02	
PROMEDIO	83.96	227.373	3.75773	4.068	28.6333	28.52	29.4	45.2667	56	50	6.674	6.76667	0.41333	1.21429	1.56	1.67143	0.26731	0.22071	1.21333	0.62214	743.862	266.066	943.2	492.692	0.69247	0.69	0.02	0.02	
MAXIMO	255	1362	5.23	5.59	29.4	29.2	110	167	96	76	7.06	7.26	1.2	7.4	2.5	2.3	0.605	0.36	4	1.39	5958.75	521.65	6410	1310	1.364	1.36	0.02	0.02	
MINIMO	10	10	1.95	1.64	27.9	27.4	13	11	42	22	6.1	6.4	0.1	0.1	0.9	0.9	0.15	0.11	0.16	0.28	18.61	87.62	45	65	0.218	0.22	0.02	0.02	

ANEXO IV. Componentes principales

ENERO/26 variables	Peso	Peso	No	Porcentaje de	Porcentaje de varianza
Estaciones	1	2	Componente	varianza	acumulado
Boca	0.306	-0.200	1	93.38579	93.38579
Darsena	0.311	-0.293	2	3.2196	96.60539
Astillero	0.290	-0.173	3	1.39025	97.99564
Teapa	0.289	-0.265			
Gopalapa	0.276	-0.120			
Calzadas	0.281	-0.152			
Terranova	0.279	-0.138			
Nanchital	0.286	-0.104			
San Francisco	0.243	0.182			
San Antonio	0.242	0.210			
Uxpanapa	0.202	0.412			
Santa Alejandrina	0.181	0.476			
Capitania	0.204	0.401			
Coachapa	0.202	0.239			
Jicaro	0.232	0.121			

AGOSTO/ 42 variables	Peso	Peso	No	Porcentaje de	Porcentaje de varianza
Estaciones	1	2	Componente	varianza	acumulado
Boca	0.283	-0.517	1	83.68475	83.68475
Darsena	0.324	-0.165	2	5.10327	88.78802
Astillero	0.287	-0.163	3	2.43159	91.21961
Teapa	0.273	-0.097			
Gopalapa	0.259	-0.252			
Calzadas	0.269	-0.201			
Terranova	0.231	-0.185			
Nanchital	0.261	0.091			
San Francisco	0.246	0.188			
San Antonio	0.299	0.187			
Uxpanapa	0.205	0.222			
Santa Alejandrina	0.236	0.302			
Capitania	0.226	0.216			
Coachapa	0.247	0.505			
Jicaro	0.192	0.100			

ENERO

Componente 1		Componente 2	
STD	9.10	ICA	1.57
DQO	6.04	DQO	1.35
ICA	4.55	<i>Simocephalus vetulus</i>	1.25
Conductividad	4.37	Alcalinidad	1.16
Alcalinidad	4.33	Temperatura	0.78
Temperatura	2.36	STD	0.52
pH	0.47	<i>Moina micrura</i>	0.36
Oxígeno disuelto	0.34	<i>Iyocryptus spinifer</i>	0.32
Turbidez	-0.09	Oxígeno disuelto	0.26
<i>Moina micrura</i>	-1.14	Turbidez	0.24
<i>Simocephalus vetulus</i>	-2.02	<i>Camptocercus dadayi</i>	0.03
NO3	-2.12	pH	-0.02
<i>Iyocryptus spinifer</i>	-2.21	NO3	-0.28
<i>Camptocercus dadayi</i>	-2.24	<i>Diaphanosoma birgei</i>	-0.42
PO4-	-2.45	<i>Euryalona orientalis</i>	-0.54
<i>Ceriodaphnia cornuta-grupo</i>	-2.88	<i>Ceriodaphnia cornuta-grupo</i>	-0.69
<i>Euryalona orientalis</i>	-3.03	HA	-1.00
<i>Diaphanosoma birgei</i>	-3.07	MOE	-1.07
HA	-3.22	PO4-	-1.13
NH3	-3.43	NH3	-1.16
MOE	-3.66	Conductividad	-1.53
Densidad absoluta		Densidad absoluta	
Riqueza		Riqueza	
IDH		IDH	
Dominancia		Dominancia	
Equitatividad		Equitatividad	

AGOSTO/ LLUVIAS

Componente 1		Componente 2	
STD	9.158	<i>Camptocercus dadayi</i>	1.612
DQO	8.625	<i>Bosminopsis deitersi</i>	1.423
Densidad absoluta	7.467	Densidad absoluta	1.268
ICA	5.549	<i>Ceriodaphnia cornuta</i> -grupo	1.027
Alcalinidad	4.960	<i>Kurzia latissima</i>	0.996
Conductividad	4.498	<i>Alona eximia</i>	0.978
Temperatura	3.547	<i>Diaphanosoma birgei</i>	0.920
<i>Moina micrura</i>	3.425	<i>Moinodaphnia macleayi</i>	0.900
<i>Diaphanosoma birgei</i>	3.345	<i>Moina micrura</i>	0.875
Turbidez	3.144	<i>Alonella dadayi</i>	0.789
Riqueza	2.716	<i>Simocephalus vetulus</i>	0.784
<i>Camptocercus dadayi</i>	1.611	DQO	0.729
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> -grupo	1.611	Turbidez	0.618
<i>Bosminopsis deitersi</i>	1.109	<i>Onchobunups tuberculatus</i>	0.617
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	0.157	ICA	0.345
Oxígeno	-0.600	<i>Biapertura karua</i>	0.249
<i>Euryalona orientalis</i>	-0.805	<i>Macrothrix cf. laticornis</i>	0.177
<i>Moinodaphnia macleayi</i>	-0.921	<i>Chydorus cf. eurinotus</i>	0.149
<i>Kurzia latissima</i>	-0.992	<i>Leydigiopsis brevisrostris</i>	0.126
IDH	-1.440	Temperatura	0.118
<i>Macrothrix cf. laticornis</i>	-1.470	Riqueza	-0.048
<i>Simocephalus vetulus</i>	-1.530	Alcalinidad	-0.112
<i>Chydorus cf. eurinotus</i>	-1.808	<i>Alona karua</i>	-0.159
<i>Alona eximia</i>	-1.871	NO3	-0.226
NO3	-1.989	IDH	-0.266
<i>Alonella dadayi</i>	-2.110	<i>M. triserialis</i> -grupo	-0.328
pH	-2.298	<i>Euryalona orientalis</i>	-0.372
<i>Onchobunups tuberculatus</i>	-2.321	<i>Sarsilatona serricauda</i>	-0.388
<i>Biapertura</i>	-2.341	Equitatividad	-0.425
NH3	-2.485	<i>Alona diaphana</i>	-0.509
<i>Sarsilatona serricauda</i>	-2.569	MOE II	-0.538
<i>Notoalona sculpta</i>	-2.667	Oxígeno	-0.582
<i>Leydigiopsis brevisrostris</i>	-2.724	Dominancia	-0.637
<i>M. triserialis</i> -grupo	-2.736	PO4-	-0.652
Equitatividad	-2.793	HA II	-0.668
<i>Grimaldina brazzai</i>	-2.874	NH3	-0.674
MOE II	-2.897	<i>Grimaldina brazzai</i>	-0.769
<i>Alona diaphana</i>	-2.914	<i>Notoalona sculpta</i>	-0.822
<i>Alona karua</i>	-3.067	pH	-0.828
PO4-	-3.533	STD	-1.730
Dominancia	-3.580	<i>Ilyocryptus spinifer</i>	-1.766
HA II	-3.589	Conductividad	-2.199