

Informe final* del Proyecto L070
Diversidad del ictioplancton en las lagunas Madre y Almagre, Tamaulipas, y laguna de Tampamachoco, Veracruz

Responsable: M en C. José Alberto Ocaña Luna
Institución: Instituto Politécnico Nacional
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Departamento de Zoología
Dirección: Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Casco de Santo Tomás, México, DF, 11340 , México
Correo electrónico: jocana@encb.ipn.mx
Teléfono/Fax: Tel: 729 6000 ext. 62423 Fax: 341 4100
Fecha de inicio: Septiembre 30, 1997
Fecha de término: Mayo 17, 1999
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Ocaña-Luna, A. y M. Sánchez-Ramírez. 2000. Diversidad del ictioplancton en las lagunas Madre y Almagre, Tamaulipas, y laguna de Tampamachoco, Veracruz. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L070.** México, D.F.

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo principal conocer la diversidad y variación espacio-temporal del ictioplancton en tres sistemas lagunares: Laguna Madre y Laguna Almagre, Tamaulipas (lagunas adyacentes a la región prioritaria para la conservación No. 67) y Laguna de Tampamachoco, Veracruz (región prioritaria para la conservación No. 106). Actualmente se tiene cubierta la parte central de la Laguna Madre y la Laguna de Tampamachoco constituyendo alrededor del 75% del total de regiones comprometidas a la CONABIO en el presente proyecto, provenientes de 74 muestras de las cuales se extrajeron un total de 7,721 organismos que corresponde a 434 registros. En el sur de la Laguna Madre y la Laguna Almagre se planea realizar cuatro colectas (agosto y noviembre, 1997; febrero y mayo 1998) en 17 estaciones, con lo cual se espera obtener durante esta fase de proyecto alrededor de 126 registros y 2,500-3,000 ejemplares. Este proyecto se desarrollará en el Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, bajo la responsabilidad de un profesor-investigador de esta escuela, con la participación de un investigador del Instituto de Geografía y con estudiantes de posgrado de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**DIVERSIDAD DEL ICTIOPLANCTON EN LA
LAGUNA MADRE Y ALMAGRE, TAMAULIPAS Y
LAGUNA DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ**

PROYECTO CONABIO FB440/LO70/97 INFORME

FINAL PERIODO: OCTUBRE 1997-

ENERO 1999

Responsable de Proyecto:

M, en C. José Alberto Ocaña Luna

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Investigador participante:

Dra. Marina Sánchez Ramírez

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Arca de conocimiento: Ictioplancton, Taxonomía y Ecología Marina

Investigador Invitado:

Dr. José Juan Zamorano Orozco

Instituto de Geografía, UNAM

Arca de conocimiento: Geomorfología y Riesgos Naturales

DIVERSIDAD DEL ICTIOPLANCTON EN LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS Y LAGUNA DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ

INTRODUCCION

Los sistemas estuarino-lagunares son utilizados por muchas especies de peces, como áreas de desove, alimentación y protección; los esteros intermareales son considerados como habitats con abundantes recursos energéticos disponibles y baja presión de depredación (Cain y Dean, 1976; Shenker y Dean, 1979); sus bocas representan zonas de transición o mezcla de aguas marinas y salobres mismas que presentan condiciones especiales para la inmigración o reclutamiento de larvas de peces (Cowan y Shaw, 1988; Shanks, 1988). La complejidad de estos ecosistemas donde interactúan el mar, pantanos, marismas y sistemas fluvio-lagunares genera una gran variedad de hábitats. El conocimiento de las especies que habitan las lagunas costeras es muy importante para interpretar su dinámica así como para obtener datos sobre los cambios tráficos que se llevan a cabo en estos ambientes costeros. Los estudios ictioplanctónicos tienen especial importancia dada su aplicación en estudios de taxonomía, sistemática y pesquerías (Ahlstrom y Moser, 1976); en la ordenación de los recursos pesqueros este tipo de investigaciones son utilizadas para determinar áreas y épocas de desove y medir las interacciones entre las especies durante la fase larvaria que puedan afectar subsecuentemente el tamaño de las poblaciones (Saville, 1975).

Dentro de las investigaciones ictiológicas en la Laguna Madre se tienen únicamente los realizados por: Hildebrand (1958), Hildebrand (1969), Gómez-Soto y Contreras-Balderas (1987), Résendez-Medina y Kobelkowsky-Díaz (1991); hasta el momento no se han publicado resultados sobre las primeras fases del ciclo de vida de los peces.

Para la Laguna de Tampamachoco se tienen los trabajos de: Chávez (1972), KobelkowskyDíaz (1985), Castro-Aguirre *et al.* (1986), Reséndez-Medina y Kobelkowsky-Díaz (1991), López-López *et al.* (1991) y Cota-Fernández y Santiago-Bravo (1994) sobre peces adultos,

mientras que sobre ictioplancton existen sólo dos trabajos, el de Martínez-Pérez y Bedia-Sánchez (1987) quienes hacen un análisis preferentemente a nivel de familia; Ríos-Salazar et al. (1991) publican una contribución con un análisis de los organismos principalmente a nivel genérico.

En las áreas de estudio propuestas se están llevando a cabo una serie de modificaciones al ambiente como son el proyecto de construcción del Canal Intracostero Tamaulipeco, vía navegable de doble circulación con una longitud total de 438.85 km desde el Río Bravo al norte, en el Municipio de Matamoros hasta el Río Pánuco al sur en el Municipio de Ciudad Madero, propio para el tránsito de embarcaciones de doble calado (Anónimo, 1995). Por otro lado en la Barra de la Laguna de Tampamachoco en el año de 1991 se puso en marcha la primera y segunda unidad de la Central Termoeléctrica de Tuxpan, Veracruz.

Kennish (1992) señala que los principales cambios físicos, químicos y biológicos en estuarios, ríos, bahías y puertos están asociados con el dragado y depositación de los productos del mismo; el impacto inmediato del dragado en un estuario es la destrucción del hábitat por la remoción de sedimentos y el incremento en la mortalidad de organismos bentónicos debido a la acción mecánica del dragado y turbidez por sedimentos.

Las actividades humanas como dragado de canales y depositación de materiales en otras áreas provoca la pérdida de habitats estuarinos, reducción de la vegetación sumergida, pérdidas de detritus orgánico como fuente de alimento, deterioro de fondos blandos, intrusión de agua salada, eutroficación, creación o intensificación de hipoxia, acumulación de contaminantes químicos y modificación de la circulación (Darnell, 1992).

En relación a la construcción y operación de estaciones generadoras de electricidad (EGE) se ha detectado un amplio impacto ecológico en comunidades acuáticas. Las descargas termales interfieren directamente en procesos fisiológicos de la biota tales como actividad enzimática, alimentación, reproducción, respiración y fotosíntesis. El mayor impacto potencial en las comunidades bióticas de los estuarios mas que la propia descarga de

desechos térmicos son la pérdida de varios *estadios del* ciclo de vida de invertebrados y peces que inciden en los filtros del sistema de enfriamiento por condensación. El metabolismo del zooplancton depende de la temperatura la cual afecta la fisiología y ecología de este grupo planctónico, cuando pasan a través de los condensadores de una planta de poder los copépodos estuarinos así como otros zooplanctóntes mueren cuando los límites superiores de tolerancia térmica son excedidos. La clorinización en EGE es utilizada como agente biocida para evitar la incrustación de organismos en turbinas y conductos, estos pueden ser letales para muchas especies en sus formas larvales y postlarvales de invertebrados marinos y peces que son muy sensibles a la clorinización (Kennish, 1992).

Es evidente la alteración de cualquier ecosistema por la construcción y operación de canales de navegación (canal intracostero Tamaulipeco) así como plantas generadoras de energía eléctrica (Central Termoeléctrica de Tuxpan, Ver), por lo que un estudio previo a estas modificaciones del ambiente son indispensables para el conocimiento de la biodiversidad y plantear alternativas sobre el manejo adecuado de los recursos bióticos.

OBJETIVOS

- Identificar las especies que constituyen la comunidad ictioplanctónica de estos ambientes costeros
- Analizar la distribución de la abundancia espacio-temporal de las primeras etapas de vida de los peces
- Estimar algunos parámetros ecológicos como: riqueza específica, diversidad, dominancia y equidad
- Relacionar la salinidad y temperatura con la abundancia del ictioplancton
- Analizar la importancia ecológica de estas lagunas en los ciclos de vida de algunas especies de peces

AREA DE ESTUDIO

Área geográfica

Laguna Madre Centro-Sur, Tamaulipas (adyacente a la Región Prioritaria para la Conservación No. 67) (Figs. 1 y 2) y Laguna de Tampamachoco, Veracruz (perteneciente a la Región Prioritaria para la Conservación No. 106) (Fig. 3).

Laguna Madre

La Laguna Madre se encuentra ubicada entre los $24^{\circ} 29'$ y los $24^{\circ} 51'$ latitud norte y los $97^{\circ} 35'$ y $97^{\circ} 45'$ longitud oeste, tiene una superficie aproximada de $2\,200\text{ km}^2$ con una longitud de 210 Km y en su parte más ancha hacia el extremo norte tiene unos 60 Km, su profundidad promedio es de 70 cm, presenta una barra con una longitud de 200 Km. La región central de la laguna (Fig. 1) se localiza desde la zona de influenciada del Río San Fernando hasta la región comprendida entre la Boca de Catán y Punta Piedras. La región sur se encuentra comprendida desde la Babia de Catán hasta el poblado Enramadas (Fig. 2).

Laguna de Tampamachoco

La Laguna de Tampamachoco se localiza en la *parte norte del Estado* de Veracruz, ubicada entre los $20^{\circ} 55'$ y $21^{\circ} 02'$ de latitud norte y entre los $97^{\circ} 15'$ y $97^{\circ} 23'$ de longitud oeste. Es un cuerpo de agua somero sin rasgos batimétricos notables excepto un canal artificial de navegación que la atraviesa en dirección norte-sur, con una profundidad máxima de cuatro metros. Su longitud y su anchura máxima son de aproximadamente 11 y 1.3 Km respectivamente. Esta separada del mar por la Barra de Galindo. Al norte tiene comunicación con la Laguna de Tamiahua por un canal, con el mar a través de la Boca de Galindo de origen artificial y al sur se comunica con el Río Tuxpan por medio de un estero (Fig.3).

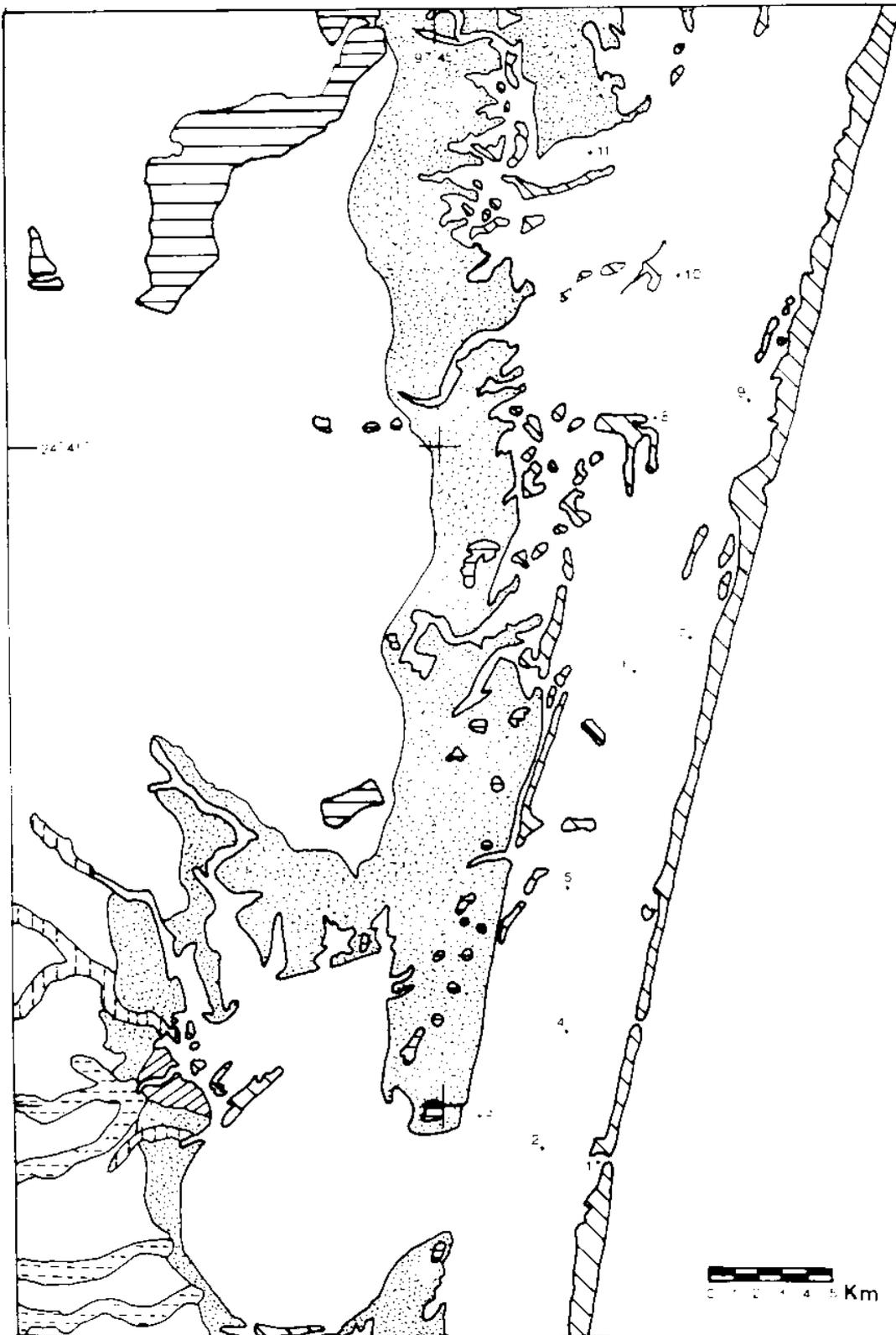


Figura 1.- Laguna Madre, Centro, Tamaulipas. Caracterización del paisaje. Localización de estaciones de muestreo.



Elevaciones bajas y lamerías sin disección Elevaciones bajas con



disección moderada Elevaciones bajas con disección intensa



Llanura de origen lacustre de carácter denudativo (tolvaneras), son susceptibles de inundación



Valles estructurales de diferenciación litológica. Contactos entre diferentes *derrames lávicos*



Valles aluviales. Con lechos amplios de fondo *móvil*, con corte transversal de fondo plano



Valles aluviales colmatadas (anastomosados) de contacto geomorfológico entre rampas de piedemonte



Cuerpo de agua permanentes. Lagos, represas



Costas con planicie de barrera acumulativa de borde continental



Costa acumulativa de isla de barrera Costas acumulativas de



planicies deltáicas



Costas con planicies acumulativas de inundación y/o de intermareas



Sistema estuarino y lagunar costero Costas no



diferenciadas, con playas



Simbología utilizada en la caracterización del paisaje

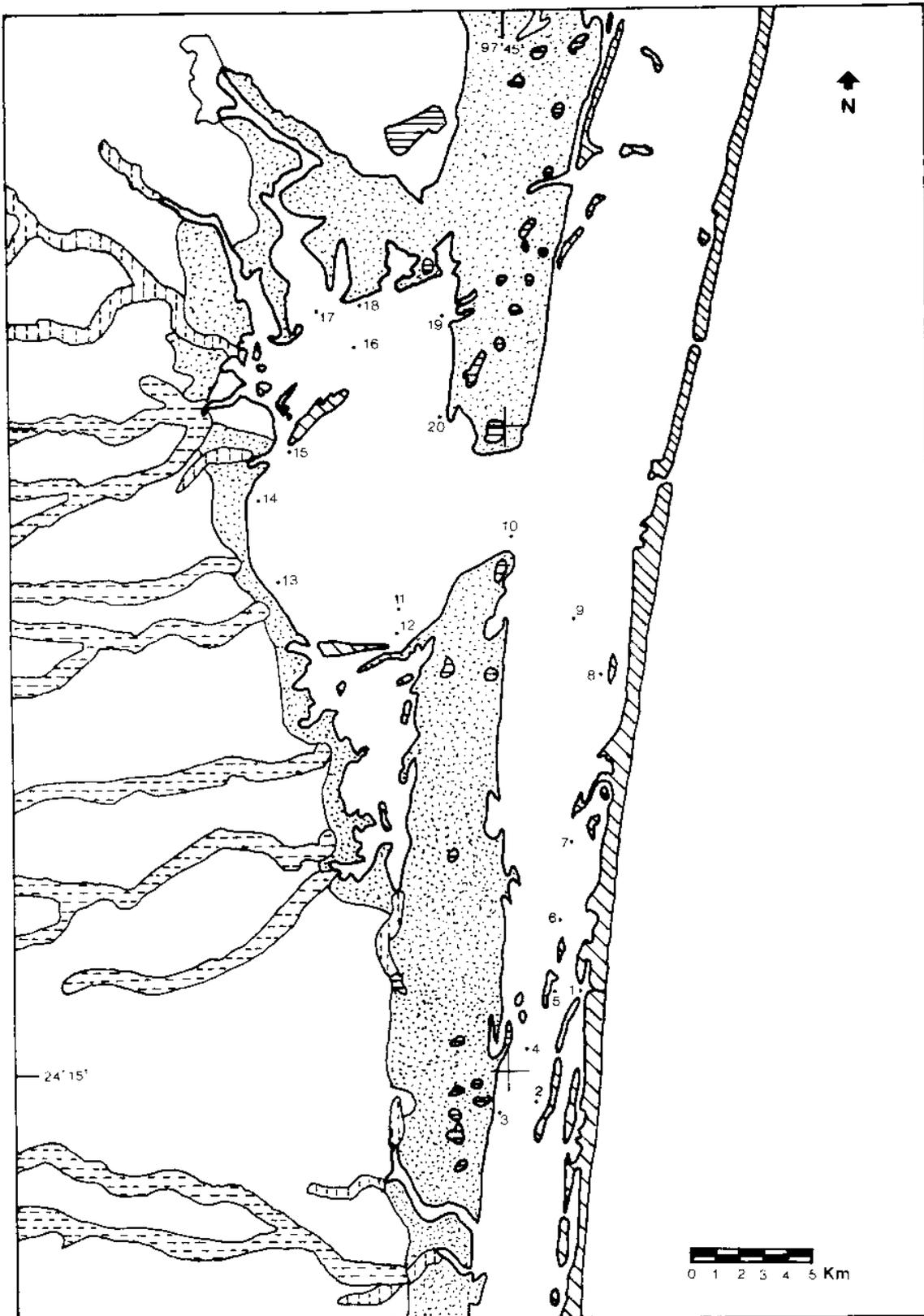


Figura 2.- Laguna madre, Sur, Tamaulipas. Caracterización del paisaje. Localización de estaciones de muestreo.

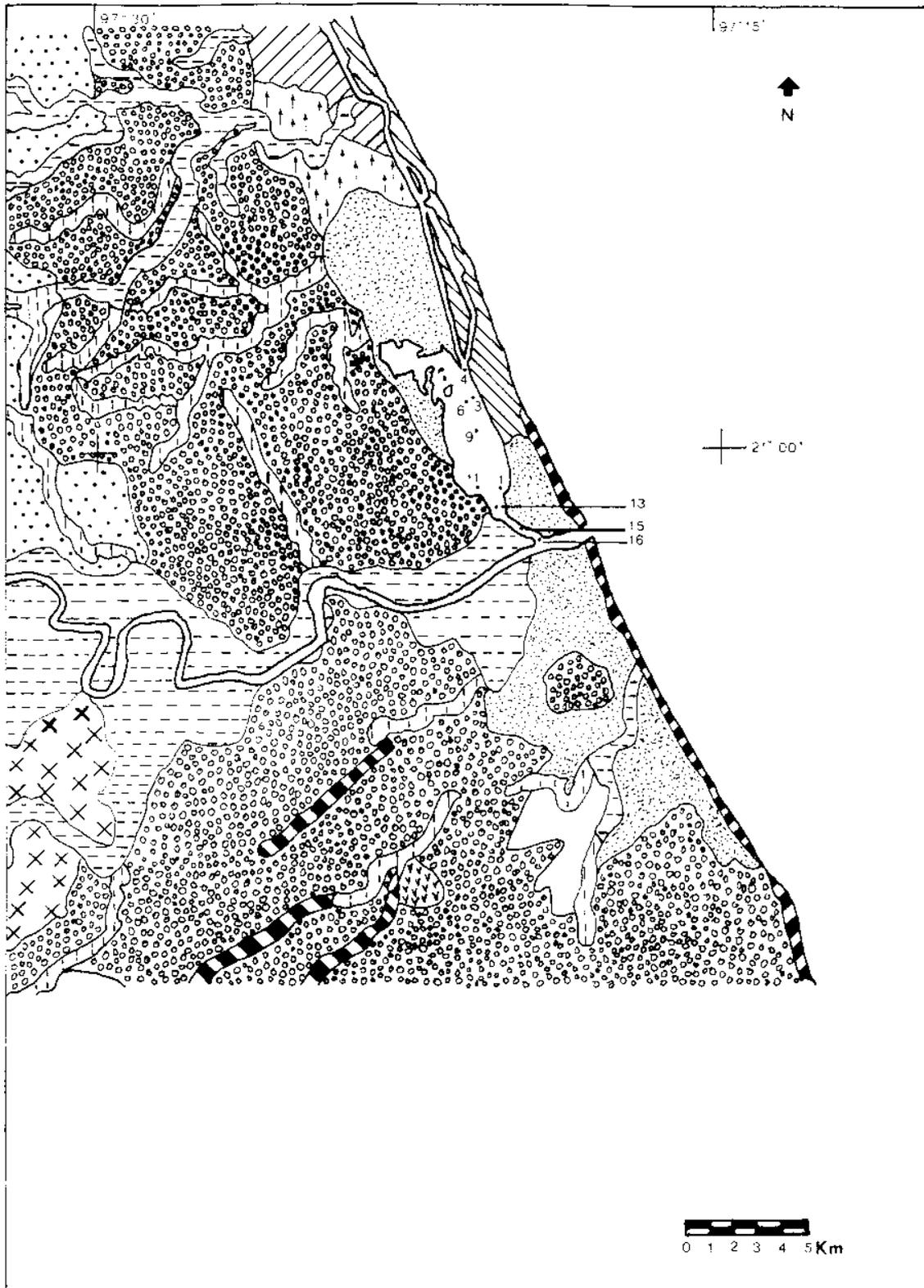


Figura 3.- Laguna de Tampamachoco, Veracruz. Caracterización del paisaje. localización de estaciones de muestreo.

METODOLOGÍA

Con el propósito de abarcar las diferentes época climáticas, durante el trabajo de campo se realizaron muestreos de zooplancton en septiembre y diciembre de 1989, febrero y abril de 1990 en once estaciones ubicadas en la región central de la Laguna Madre (Fig. 1), y en el sur de esta laguna en octubre, 1997, enero, abril y julio de 1998 con una red de muestreo 20 estaciones (Fig 2). Mientras que para la Laguna de Tampamachoco se realizaron en noviembre de 1987, febrero, junio y agosto de 1988 en nueve estaciones (Fig. 3). Esto representa un total de 40 localidades de muestreo.

A partir del análisis de mapas temáticos 150000, espaciomapas (125000) e interpretación de fotografías aéreas escala 150000 se hizo una diferenciación de unidades de relieve en función del sustrato geológico, morfología y dinámica exógena (acumulación y erosión) con la finalidad de proporcionar la caracterización del paisaje de la Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Tampamachoco, Veracruz (1:250000).

Los muestreos se realizaron siguiendo la metodología convencional, que consiste en utilizar una red para zooplancton con malla de 505 μm y diámetro de la boca de 50 cm con un flujómetro adaptado a la misma. Para estudios ictioplanctónicos Guitart (1971) y Smith y Richardson (1979) recomiendan la malla de 505 μm para estudios cuantitativos del ictioplancton. Los arrastres se llevaron a cabo en una lancha con motor fuera de borda, superficiales, describiendo trayectorias circulares, con una duración de 5 minutos como ha sido utilizado en estudios de ésta naturaleza en algunas lagunas costeras de México por Flores-Coto y Alvarez-Cadena (1980), Flores-Coto y Méndez-Vargas (1982), Flores-Coto, *et al.* (1983), Ocaña-Luna *et al.* (1987). En cada una de las estaciones de colecta se registraron fecha y hora de la toma de muestra, la ubicación georreferenciada (precisión de 0' 05"), datos de salinidad y temperatura, así como el nombre del colector. Las muestras se fijaron con formalina al 4% neutralizada con borato de sodio (Smith y Richardson, 1979; Lavenberg, *et al.*, 1984). Simultáneamente se registraron datos de temperatura y salinidad en cada estación con un conductímetro. El análisis de las muestras en el laboratorio consistió en la separación total de larvas de peces, identificación al taxon más bajo posible y cuantificadas

y almacenados en alcohol al 70% etiquetados con los siguientes datos: nombre científico, fecha y hora de colecta, número de estación, número de referencia, clave del taxónomo. Estos organismos formarán parte de la colección del Laboratorio de Ecología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

El número de larvas se estandarizó como número de organismos/100 m³. Se analizó la diversidad utilizando el índice de Shannon-Weaner (1963) *In*: Krebs (1989), utilizando el logaritmo base 2 y bits/Individuo como unidades de diversidad, este índice es uno de los más utilizados en estudios de diversidad, en zooplancton por Kochsiek *et al.* (1971); para larvas de peces por Shenker y Dean (1979) y Flores-Coto *et al.* (1983) mientras que para adultos Hook (1991), Cain y Dean (1976) y Hillman *et al.* (1977) entre otros. Otro índice que se calculó es el de Simpson (1949) citado en Bravo-Núñez (1991) quien menciona que el índice más conocido de la medidas de diversidad, es manejado como índice de dominancia ya que está influenciado por las abundancias de las especies más comunes; Flores-Coto *et al.* (1983) lo utiliza de ésta manera con larvas de peces, por lo que en este trabajo se usó como un índice de dominancia. Se aplicó el índice de equidad (Pielou, 1975) que ha sido utilizado para larvas de peces por Flores-Coto *et al.* (1983) y Shenker y Dean (1979), así como para peces adultos por Hook (1991).

Se elaboró una bases de datos de ictioplancton de las lagunas de interés, utilizando el modelo de datos "BIOTICA", sistema que corre sobre una plataforma Windows 95 en Access versión 7.0.

RESULTADOS

Caracterización Geomorfológica

Sistema costero

El sistema costero del litoral objeto de estudio se compone principalmente de 14 unidades naturales (escala 1:250,000), que caracterizan el paisaje de la Laguna Madre y Laguna de Tampamachoco:

Lomeríos y elevaciones bajas plegadas de origen sedimentario con alturas de relieve local siempre inferiores a los 200 m

- Elevaciones bajas y lomeríos sin disección
- Elevaciones bajas con disección moderada
- Elevaciones bajas con disección intensa

Sistema de llanuras lacustres y eólicas

- Llanura de origen lacustre de carácter denudativo (tolvaneras), son susceptibles de inundación. También pueden corresponder a depresiones de carácter endorréico que aparecen entre lavas (llanos volcánicos)

Sistema Fluvial

- Valles estructurales y de diferenciación litológica. Contactos entre diferentes derrames lávicos
- Valles aluviales. Con lechos amplios de fondo móvil, con corte transversal de fondo plano
- Valles aluviales colmatados (anastomosados) de contacto geomorfológico entre rampas de pie de monte.
- Cuerpos de agua permanentes. Lagos, represas.

Sistema costero

- Costas con planicie de barrera acumulativa de borde continental. Puede contener planicies de cordones costeros de margen continental, o con campos de dunas costeras de margen continental.

TABLA 1
LISTA DE ESPECIES DE LA LAGUNA MADRE,
TAMAULIPAS
Y LAGUNA DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ

	A	B
1 <i>Elops saurus</i>	x	x
2 <i>Myrophis punctatus</i>	x	X
3 <i>Anchoa mitchilli</i>	x	X
4 <i>Anchoa hepsetus</i>	x	X
5 <i>Anchoa lamprotaenia</i>		x
6 <i>Cetengraulis edentulus</i>		x
7 <i>Harengula jaguana</i>	x	X
8 <i>Opisthonema oglinum</i>	x	
9 <i>Synodus foetens</i>	x	
10 <i>Bairdiella chrysura</i>	x	X
11 <i>Cynoscion nebulosus</i>	x	X
12 <i>Cynoscion arenarius</i>	x	X
13 <i>Leiostomus xanthurus</i>	x	X
14 <i>Micropogonias undulatus</i>	x	
15 <i>Sciaenops ocellatus</i>	x	
16 <i>Menticirrhus litoralis</i>	x	
17 <i>Stellifer lanceolatus</i>	x	
18 <i>Lagodon rhomboides</i>	x	X
19 <i>Diapterus rhombeus</i>		x
20 <i>Ulaema lefroyi</i>	x	X
21 <i>Oligoplites saurus</i>	x	
22 <i>Lupinoblennius nicholsi</i>	x	X
23 <i>Membras martinica</i>		x
24 <i>Menidia beryllina</i>	x	
25 <i>Gobiosox strumosus</i>	x	X
26 <i>Syngnathus scovelli</i>	x	X
27 <i>Syngnathus pelagicus</i>	x	
28 <i>Syngnathus floridae</i>	x	
29 <i>Hippocampus zosterae</i>	x	
30 <i>Oostetus lineatus</i>	x	
31 <i>Citharichthys spilopterus</i>		x
32 <i>Citharichthys arctifrons</i>	x	
33 <i>Trinectes maculatus</i>		x
34 <i>Achirus lineatus</i>	x	X
35 <i>Polydactylus octonemus</i>		x
36 <i>Cyprinodon variegatus</i>		x
37 <i>Dormitator maculatus</i>	x	X
38 <i>Gobiosoma bosci</i>	x	X
39 <i>Gobiosoma robustum</i>	x	
40 <i>Gobionellus boleosoma</i>	x	X
41 <i>Gobionellus hastatus</i>	x	X
42 <i>Gobioides broussoneti</i>		x
43 <i>Bathygobius soporator</i>		x
44 <i>Evorthodus lyricus</i>	x	X
45 <i>Microgobius thalassinus</i>	x	
46 <i>Eleotris pisonis</i>		x
47 <i>Strongylura marina</i>	x	
48 <i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	X	
49 <i>Sphoeroides maculatus</i>	x	
No. de especies	38	31

- Costa acumulativa de isla de barrera. En donde pueden identificarse cordones costeros o con campos de dunas. También puede haber planicies de intermareas cortas con manglar y/o pastizales halófitos y blanquizales en el flanco interno de la isla de barrera.
- Costas acumulativas de planicies deltáicas. Procesos de sedimentación fluvial dominantes en ambientes con escasa energía física del oleaje marino. Otro caso, el frente deltáico puede estar modelado por el oleaje y con redistribución de los sedimentos en barras dispuestas a los flancos de las desembocaduras.
- Costas con Planicies acumulativas de inundación y/o de intermareas. Con composición de manglar y con pastizal halófito y blanquizales. Hacia el interior de la planicie se puede identificar condición de pantano con mucal, juncal (popal-tular).
- Sistema estuarino y lagunar costero. Bocas, esteros, canales o brazos de comunicación intermareal. Laguna costera.
- Costas no diferenciadas, con playas.

Ictioplancton

Se colectaron un total de 49 especies, 38 para la Laguna Madre y 31 para la Laguna de Tampamachoco (Tabla I). Incorporando a la base de datos "BIOTICA" un total de 826 registros, por lo que se tienen 266 registros más de los 560 comprometidos en el Convenio.

Laguna Madre Centro

Las larvas más abundantes en la laguna pertenecen a las especies: *Anchoa mitchilli*, *A. hepsetus*, *Lagodon rhomboides* y *Gobiosoma robustum*. Las de *A. mitchilli* estuvieron a lo largo del año observándose los valores máximos de abundancia (1743.6 larvas/100 m³) en abril cuando se presentan las menores salinidades (35-42 ppm) y temperaturas de 23-28 °C, es importante mencionar que se trata de una especie eurihalina con el mayor desove en la primavera. Mientras que *A. hepsetus* estuvo ausente en diciembre cuando las temperaturas superficiales fluctuaron entre 11-14 °C, presenta el pico máximo de reproducción también en el mes de abril (1052.9 larvas/100 m). En relación a *L. rhomboides* quien es especie que desova en mar en la época de otoño-invierno, estuvo presente de diciembre a abril en tallas mayores a la etapa de postflexión, con un máximo de abundancia en el mes de febrero

(1310.6 larvas/100 m) localizada principalmente en las bocas del cuerpo lagunar en temperaturas bajas de 16-17 °C. Las larvas de *G. robustum* son abundantes en el mes de septiembre (1107.2 larvas/100 m) cuando se presentan las menores densidades de las anchoas, en esta época se observan los mayores valores de salinidad y temperatura en la laguna (38-50 ppm; 28-34 °C, respectivamente).

La diversidad en la laguna presentó los valores mayores a finales de diciembre y febrero (2.49 y 2.73 respectivamente), a pesar de que el número de especies fue el menor en diciembre (8) y el mayor en febrero (20), esto es una consecuencia de los altos valores de equidad y de la menor dominancia que se observa en estos meses (Fig. 4).

En la región central de la Laguna Madre se observó que la riqueza específica fue muy similar durante septiembre y abril con valores de 2.03 y 2.00 respectivamente, durante la temporada de nortes se observaron resultados contrastantes ya que mientras en el mes de diciembre se presentaron los valores mas bajos (1.27), en febrero ocurrió la mayor riqueza (2.35) (Fig. 4). La baja riqueza observada en diciembre pudo deberse a los efectos meteorológicos como "Nortes" que ocasionan un descenso drástico en la temperatura del agua (11-14 °C), que pudiera influir en la reproducción de algunas especies típicas lagunares, observándose en esta época el ingreso a la laguna de algunas larvas de especies con desove marino como es el

caso de *Leiostomus xanthurus*, *Micropogonias undulatus*, *Lagodon rhomboides*, *Myrophis punctatus* y *Brevoortia sp.*

Laguna Madre Sur

Los valores de diversidad fluctuaron de 1.20 en octubre a 2.31 en julio. La baja diversidad en el mes de octubre fue consecuencia de la dominancia de *Anchoa mitchilli* considerada como una especie dominante de los sistemas costeros del Golfo de México, que presentó densidades de 1021 org/100m³; en enero *A. mitchilli* fue sustituida por *A. hepsetus* y *Brevoortia sp* que fueron las especies dominantes en la comunidad ictiopláctónica con **densidades de 1675 y 1399 org/100 m³** respectivamente, en esta época aumentó la diversidad (1.89); en mayo a pesar de que se presentó el mayor número de especies, la

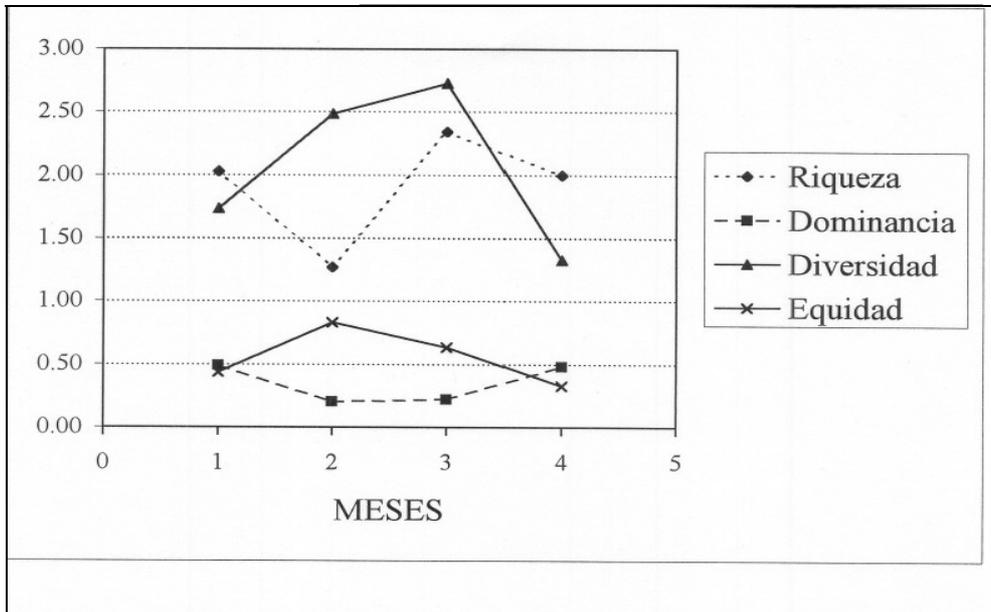


Figura 4.- Parámetros Ecológicos, Laguna Madre Centro, Tamaulipas
 1=septiembre; 2=diciembre; 3=febrero; 4=abril

diversidad fue baja (1.65) esto fue debido a que *A. mitchilli* presentó las mayores densidades (4070 org/100 m³) debido a que su principal época de desove ocurre en la primavera; en el mes de julio ocurrió la mayor diversidad del ciclo anual, aunque la mayor abundancia la presentó *A. mitchilli* (659 org/100 m³), también se presentaron otras especies con densidades elevadas como: *Membras martinica* (305 org/100 m), *Menidia heryllina* (105 org/100 m³) y *Opisthonema oglinum* (106 org/100 m³).

La riqueza específica en el sur de la Laguna Madre durante los meses de octubre y enero fue muy similar 2.10 y 2.05 respectivamente, aumentando considerablemente en el mes de mayo (2.65) época en la que se presentó el mayor número de especies durante el ciclo anual, mientras que en el mes de julio descendió ligeramente (2.49).

En esta región de la laguna la dominancia presentó una tendencia opuesta a la equidad y diversidad, hecho observado claramente por la abundancia extrema de *A. mitchilli* que dominó en la comunidad (Fig. 5).

Laguna de Tampamachoco

Las especies más abundantes en esta laguna fueron: *A. hepsetus*, *Bathygobius saporator*, *Dormitator maculatus*, *Gohiosoma hosci* y *A. mitchilli*. Las larvas de *A. hepsetus* fueron colectadas durante todo el año presentando densidades elevadas en el mes de febrero (1269.2 larvas/100 m³) en salinidades de 29-30 ppm y temperaturas de 20-21 °C. Mientras que *B. saporator* es una especie que aunque también se presenta durante todo el año su mayor densidad se observa en agosto y noviembre, con densidades de 100.1 a 153.1 larvas/100 m³, respectivamente. *Dormitator maculatus* se presenta en noviembre y febrero con la mayor abundancia en esta última (188.6 larvas/100 m³). Las larvas de *G. bosci* se observan durante todo el año, con la mayor abundancia en agosto (78.2 larvas/100 m³). A pesar de que en diversos ambientes estuarino lagunares *A. mitchilli* se encuentra presente en todo el año, en Tampamachoco no se colectaron larvas de esta especie en febrero, cuando fue dominante *A. hepsetus*.

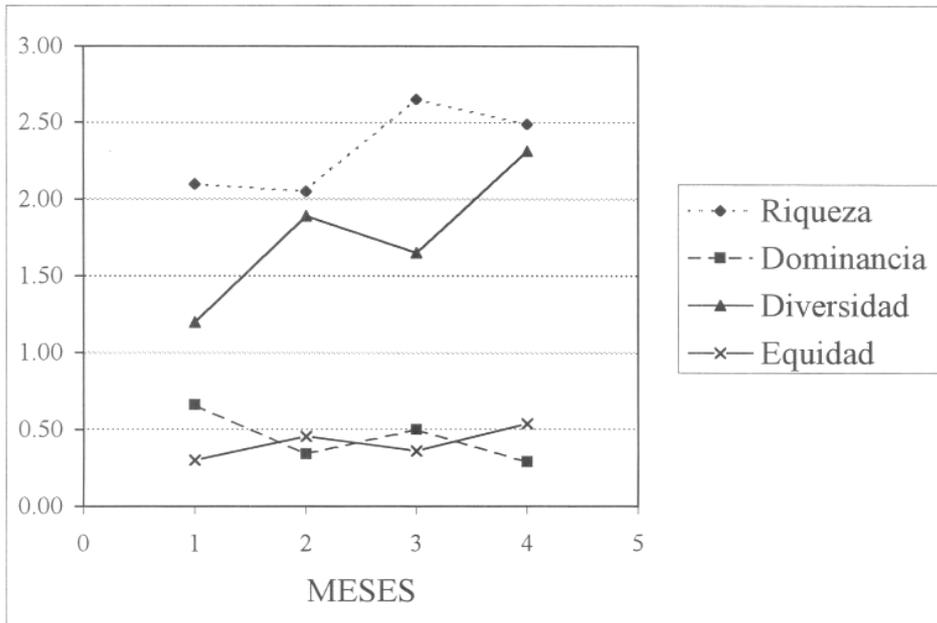


Figura 5,- Parámetros Ecológicos, Laguna Madre Sur, Tamaulipas 1= octubre; 2=enero; 3=mayo; 4=julio

Es importante mencionar que la diversidad en todo los meses de muestreo fue mayor de 2.0 alcanzando los valores máximos en noviembre y junio con 2.87 y 3.06 y mínimos en febrero (2.0), cuando se observaron valores de equidad también bajos (0.45) debido a la dominancia de *A. hepsetus*. La riqueza específica en esta laguna fue mayor en otoño e invierno (2.54-2.65) disminuyendo en primavera y verano (1.97-1.83). La dominancia en general fue baja (0.16-0.24) con excepción en el mes de febrero donde alcanzó valores de 0.46, lo cual es consecuencia de la gran abundancia de *A. hepsetus* (Fig. 6).

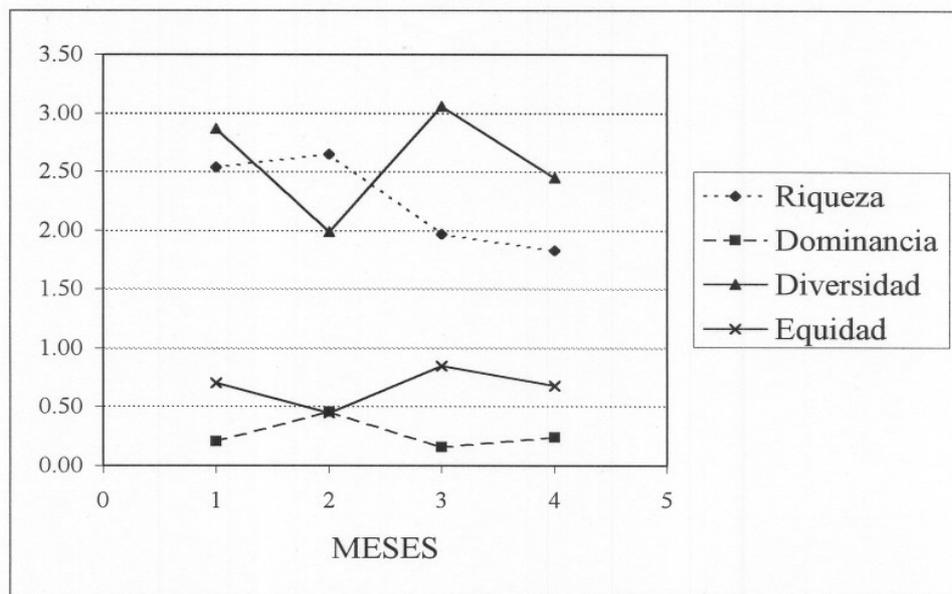
DISCUSION

En las lagunas Madre y Tampamachoco se observaron marcadas diferencias en cuanto a su diversidad, siendo estas mayores en la Laguna de Tampamachoco, donde alcanzó hasta 3.1 debido tal vez a que la comunicación con el estuario del Río Tuxpam provoca condiciones oligopolihalinas.

Otro aspecto importante a considerar es la sustitución de las especies dominantes entre las especies de engráulidos ya que mientras en la Laguna Madre fue *A. mitchilli*, en la Laguna de Tampamachoco *A. hepsetus*, fue la especie dominante.

La diversidad biológica es de suma importancia ya que es la base para el conocimiento de los recursos bióticos en particular de las zonas estuarinos-lagunares que han sido señaladas regiones prioritarias para nuestro país como es el caso de la Laguna Madre Centro-Sur, Tamaulipas (adyacente a la Región Prioritaria para la Conservación No. 67, Norte de Laguna Madre) y Laguna de Tampamachoco, Veracruz (perteneciente a la Región Prioritaria para la Conservación No. 106, Laguna de Tamiahua-Tuxpan).

Debido al acelerado crecimiento de la población humana que realiza diversos usos de la zona costera como la explotación pesquera, recreación, navegación, aunado a aspectos de degradación antropogénica por factores de deterioro y contaminación (utilizadas como zonas de descargas urbanas e industriales, así como por efectos de dragado para apertura de canales y barras). En la región noreste de México se tiene planeada la construcción del Canal



] = octubre; 2 = febrero; 3 = Junio; 4 = agosto

Intracostero Tamaulipeco), por lo que un estudio previo a estas modificaciones del ambiente son indispensables para el conocimiento de la biodiversidad y plantear alternativas sobre el manejo y conservación de los recursos pesqueros de la región.

Por otro lado este es el primer trabajo que se realiza sobre la estructura de la comunidad ictioplanctónica **en** Laguna Madre ya que hasta el momento sólo se tienen listados faunísticos y se desconoce por completo las fases planctónicas.

En la Laguna de Tampamachoco se observaron dos meses de mayor diversidad junio (3.06) y noviembre (2.87). Al comparar estos resultados con los obtenidos en la Laguna Madre se observó una alta diversidad en diciembre, febrero y julio (2.5, 2.7 y 2.3, respectivamente), datos que corresponden a dos temporadas, una de "Nortes" que va de noviembre a *febrero* cuando algunas especies con desove oceánico ingresan a las lagunas, y otra en la época cálida cuando la mayoría de las especies típicas lagunares desovan.

Corno se puede observar los tres sistemas presentaron diferencias en relación a la estacionalidad de la diversidad, hecho ocasionado por la distribución latitudinal de **las** especies, el grado de comunicación con el mar, el aporte de los ríos que provocan la variación en temperatura y salinidad del agua, que le confieren características particulares a cada sistema y que influyen directamente sobre los ciclos de vida de las especies.

LITERATURA CITADA

Ahlstrom, E. H. y H. G. Moser, 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 40(3-4): 379-398. Anónimo, 1995.

Evaluación del impacto ambiental del Canal Intracostero Tamaulipeco.

Gaceta Ecológica. Nueva Epoca. 36: 28-32.

Bravo-Nuñez, E., 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica.* 1(1):87-93.

Castro-Aguirre, J. L., R. Torres-Orozco, **B. M. Ugarte** y A. Jiménez, 1986. Estudios ictiológicos en el sistema estuarino-lagunar Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz. 1. Aspectos ecológicos y elenco sistemático. *An. Fse. nac. Cienc. biol., Méx.* 30:155I70.

Cain, R.L, and J.M. Dean, 1976. Annual ocurrence, abundance and diversity of fish in south Carolina intertidal creek. *Mar. Biol.* 36:369-379.

Chávez, E. A., 1972. Notas acerca de la ictiofauna del estuario del Río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. Mem. IV Congr. Nal. Ocean. (México): 177-199.

Cota-Fernández, V y R. Santiago-Bravo, 1994. Estudio de la estructura de las comunidades de peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz. *Oceanología.* 1(2): 149-173.

Cowan, J. H. Jr. and R. F. Shaw, 1988. The distribution, abundance and transport of larval sciaenids collected during winter and early spring from the continental shelf waters offwest Louisiana. *Fish. Bull.* 86(1): 129-142.

Darnell, R. M., 1992. Ecological history catastrophism, and human impact on the Mississippi/Alabama continental shelf and associated waters: a review. *Gulf Res. Rep.* 8(4): 375-386.

Flores-Coto, C., F. Barba-Torres, and J. Sánchez-Robles, 1983. Seasonal Diversity, Abundance, and Distribution of Ichthyoplankton in Tamiahua Lagoon, Western Gulf of Mexico. *Ircrns. Am. Fish. Soc.* 112:247-256.

- Flores-Coto, C. y J. Alvarez-Cadena, 1980. Estudio preliminar sobre abundancia y distribución del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 7(2): 67-78.
- Flores-Coto, C. y L. Méndez-Vargas, 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Méx.* 9(1): 141-160.
- Gómez-Soto, A. y S. Contreras-Balderas, 1987. Ictiofauna de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Mem. IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco: 8-17.
- Guitart, D. J., 1971. Un nuevo sistema para armar redes de ictioplancton. UNESCO-FAD, Symposium Invest. Res. Caribbean Sea and Ady. reg., Curacao, 1968, 449-459 pp.
- Hildebrand, H. H., 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas. *Ciencia.* 17(7-9): 151-173.
- Hildebrand, H. H., 1969. Laguna Madre, Tamaulipas: Observations on its hydrography and fisheries. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México, D. F.: 679-686.
- Hillman, R. E., N. W. Davis and J. Wennemer, 1977. Abundante, Diversity, and Stability in Shore-zone Fish Communities in an Area of Long Island Sound Affected by the Thermal Discharge of a Nuclear Power Station. *Est. Coast. Mar. Sci.* 5:355-381.
- Hook, J. H., 1991. Seasonal Variation in Relative Abundante and Species Diversity of Fishes in South Bay. *Cont. Mar. Sci.* 32:127-141.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers. New York: 328-370.
- Kobelkowsky-Díaz, A., 1985. Los peces de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biotica.* 10 (2): 145-156.
- Kennish, M. J., 1992. *Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects*. CRC Press. U. S: 375 459 pp

- Kochsiek, K. A., J. L. Wilhm and R. Morrison, 1971. Species diversity of net zooplankton and physiochemical conditions in Keystone Reservoir, Oklahoma. *Ecology*, 52(6): 1119-1125.
- Lavenberg, R. J., G. E. McGowen and R. E. Woodsum, 1984. Preservation and Curation. *In: Ontogeny and Systematics of Fishes*. Moser, H. G. W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr, and S. L. Richardson (Eds.). American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication Number 1. Alíen Press Inc., USA. 57-59 pp.
- López-López, E., M. Salgado-Mejía y S. A. Guzmán-del Prío, 1991. Un análisis estacional de la ictiofauna de la Laguna de Tampamachoco, Ver., y sus habitas alimentarios. *An. Esc. nac. Cien. biol. Méx.*, 34: 81-107.
- Martínez-Pérez, J. A, y C. M. Bedia-Sánchez, 1987. Aspectos ecológicos del ictioplancton del sistema estuarino de Tuxpam, Veracruz, México. Mem. VII Simp. Lat, sobre Ocean. Biol, 1981, Acapulco, Gro. México. 323-332.
- Ocaña-Luna, A., A. Luna-Calvo, F. Zavala-García y C. Flores-Coto, 1987. Distribución y abundancia de huevis de algunas especies de engráulidos (Pisces) en la Laguna de Términos, Campeche, *México. Biotica*. 12(4): 275-290.
- Pielou, E. C., 1975. Ecological diversity. Willey Interscience, New York. 159 p. Ríos-Salazar, H., S. De la Campa-De Guzmán y M. E. Sánchez-Salazar, 1991. Análisis ecológico del ictioplancton de la Laguna de Tampamachoco, Ver. *An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx.*, 35: 9-21.
- Reséndez-Medina, A. y Kobelkowsky-Díaz, A., 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. *Universidad y Ciencia*. 8(15): 91-110.
- Saville, A., 1975. Aplicación de los estudios ictioplanctánicos a la ordenación pesquera. *In: UNESCO (De:). Informe del seminario de las CICAR sobre ictioplaneton. Documentos técnicos de la Unesco sobre Ciencias del Mar*. 20: 26-29.
- Shanks, A.L., 1988. Further support for the hypothesis that interna] waves can cause shoreward transport of larval invertebrates and fish. *Fish. Bull.* 8x5(4):703-714.

- Shenker, J. M, and J. M. Dean, 1979. The utilization of an Intertidal Salt Marsh Creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation. *Estuaries*. 2(3): 154-163
- Smith, F. E. and S. L. Richardson, 1979. Técnicas estandar para prospección de huevos y larvas de peces pelágicos. *FA O, Doc. Téc. Pesca*, 175:107 p.
- Warburton, K., 1978. Community Structure, Abundance and Diversity of Fish in a Mexican Coastal Lagoon System. *Est. Coast. Mar. Sci.* 7:497-519.