

# Composición y abundancia del ictioplancton durante la temporada de estiaje en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México

Ichthyoplankton composition and abundance during dry season at the Tampamachoco Lagoon, Veracruz, México

Ubaldo Román Hernández<sup>1\*</sup>, José Valdez Zenil<sup>1</sup> y Faustino Zavala García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Km 7.5 Carretera Túxpam-Tampico. Túxpam, Veracruz, México. Tel/Fax: 017838344350. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de México (UNAM). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México, D.F. Apdo. Postal 70-305. Tel: (55) 5622-5785, Fax: (55) 5616-0748. E-mails: ubis777@hotmail.com; valzenil@hotmail.com y zavgar@icmyl.unam.mx

\*Autor para correspondencia

Recibido: 16/08/2006

Fin de arbitraje: 11/11/2006

Revisión recibida: 23/11/2006

Aceptado: 12/12/2006

## RESUMEN

Se estudió la composición y abundancia ictioplanctónica y la influencia de las variables termo-halinas, en la boca del Canal Nuevo de la Laguna de Tampamachoco (Veracruz, México), de diciembre del 2003 a mayo del 2004 durante la temporada de estiaje. Se realizaron 12 muestreos quincenales con arrastres planctónicos (500 µm de luz de malla) de tipo horizontal cada dos horas entre las 17:00 y 24:00 hrs. Se registró la temperatura y salinidad para cada una de las 60 muestras obtenidas, de las que se cuantificó e identificó las larvas de peces, encontrando un total de 51.269 larvas. La temperatura y salinidad ascendió durante la temporada con valores mínimos en diciembre (21,30 ° C, 29,55 ups) y máximos en mayo (31,75 ° C, 39,85 ups). Fueron identificadas 16 familias, con el mayor número en diciembre (14) y abril (13), resultando tres familias nuevas: Microdesmidae, Batrachoididae y Cynoglossidae. La abundancia ictioplanctónica promedio en la temporada fue de 3.413,36 larvas/100 m<sup>3</sup> con dos meses de valores máximos, determinados por la Dominancia (IVI) alternada de las familias Gobiidae (48,92 % IVI), en diciembre, y Engraulidae (37,81 % IVI), en mayo, relacionándose con los mínimos y máximos registros de temperatura y salinidad, lo cual se podría explicar en función de los ciclos biológicos y los rangos de tolerancia termo-halina de las familias dominantes. En la jornada horaria el ictioplancton fue más abundante en el ocaso (42 %) y noche (45 %), posiblemente como resultado de estrategias reproductivas de los peces adultos para asegurar la alimentación y sobrevivencia de las larvas.

**Palabras Clave:** Ictioplancton, estiaje, laguna costera, laguna de Tampamachoco.

## ABSTRACT

The influence of temperature and salinity on the composition and abundance of ichthyoplankton of the entrance of the new channel of Tampamachoco lagoon of Veracruz, Mexico from December 2003 to May 2004, was studied during the dry season. Horizontal drags were carried out biweekly at 17:00, 19:00, 20:00, 22:00 and 24:00, with a conical net of 2 meters of length, 0.5 meters of diameter, a mesh of 500 µm, equipped with flowmeter to measure the volume of filtered water, registering the temperature and salinity of each sample. A total of 60 samples were obtained, these samples were quantified and identified, expressing the abundance in number of larvae/100m<sup>3</sup>. The temperature and salinity increased during the season with minimum readings in December and maximum ones in May. A total of 51,269 fish larvae were quantified, identifying 16 families, with the greatest number of these in December and April. The total ichthyoplanktonic abundance was 3,413.36 NL/100 m<sup>3</sup> with two months of maximum abundance determined by the alternated dominance of the Gobiidae familiae (48,92 % IVI) in December, and Engraulidae (37,81 % IVI) in May, related to the minimum and maximum records of temperature and salinity. The explanation of this process is based upon the biological cycles of the dominant families and their degrees of tolerance to temperature and salinity. Three new families were registered: Microdesmidae, Batrachoididae and Cynoglossidae. The greatest abundance occurred during sunset and evening, reflecting reproductive strategies of feeding and survival.

**Key words:** Ichthyoplankton, dry season, coastal lagoon, Tampamachoco lagoon.

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras al ser ecosistemas donde interactúan el mar, pantanos, marismas y sistemas fluvio-lagunares, generan una gran variedad de hábitats, lo que crea condiciones favorables para el desarrollo de especies dulceacuícolas, marinas y salobres (Castro-Aguirre, 1986). Los canales interlagunares por ejemplo, constituyen zonas lo suficientemente productivas y de condiciones favorables para la inmigración o reclutamiento de larvas de peces (Richards y Vásquez-Yeomans, 1996). Es sabido que una gran cantidad de peces marinos dependen de los ambientes estuarino-lagunares en alguna fase de su ciclo de vida y otros, al llegar a determinadas tallas, se dirigen hacia el mar donde son objeto de pesca en mayor escala (Castro-Aguirre, 1986). Por otro lado, un alto porcentaje de los peces costeros desovan en el mar y sus larvas migran o son transportadas a los sistemas lagunares a través de sus bocas en busca de alimento y refugio (Flores-Coto *et al.*, 1986), interactuando con factores bióticos como productividad, nichos ecológicos, depredación, competencia por alimento y espacio, ciclo biológico, entre otros; y abióticos como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, mareas, etc (Flores-Coto y Álvarez-Cadena, 1980; Castro-Aguirre, 1987 y Bulit *et al.*, 1989). Los eventos antropogénicos como la contaminación, los asentamientos industriales y humanos en torno a las lagunas costeras, ocasionan una alteración en la ecología que se ve reflejada en la disminución del ictioplancton (Richards y Vásquez-Yeomans, 1996).

La laguna de Tampamachoco ha sido estudiada ampliamente en diversos aspectos. En el ámbito ictiológico destacan los trabajos de Chávez (1972), Kobelkowsky (1985), Castro-Aguirre (1986); Cota y Santiago (1992) y Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000). Sobre las fases larvales de los peces (ictioplancton) se tienen los trabajos de Ríos-Salazar *et al.*, 1989; Bedia-Sánchez, 1990; Ocaña *et al.*, 1990; Cruz y Rodríguez, 1993), que ofrecen datos de composición y abundancia. Sin embargo, en ninguno de los estudios mencionados se consideran las zonas de canales de mangle, que con frecuencia son ricos en organismos plácticos, pero por ser sitios someros y estrechos, resultan inaccesibles con la metodología convencional (Richards y Vásquez-Yeomans, 1996). Con el presente trabajo se desea aportar información referente a la composición y abundancia de la comunidad ictioplanctónica, así como de las variables termo-halinas de las aguas que se encuentra en el

canal de la boca de la laguna de Tampamachoco, Veracruz (México) durante el periodo de estiaje y en una jornada horaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna de Tampamachoco se localiza al norte del estado de Veracruz, aproximadamente a 9 Km de la ciudad de Tuxpam, entre los 20° 58' y 21°02'30"N y 97°23'15"y 97°19'W. Forma parte del complejo estuarino lagunar de Tamiahua y Pueblo Viejo, en la planicie costera nororiental (Bulit *et al.*, 1989) (Figura 1). Es una típica laguna costera, con un eje mayor paralelo a la línea de costa, separada del mar por una barrera arenosa (Lankford, 1977). Posee un área de 1500 ha. con volumen de agua de 3,69 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. La desembocadura que tiene en el río Tuxpam (principal tributario de agua dulce) se ubica a 2 km de la desembocadura en el mar, por la que la influencia de este último es casi directa (Castro-Aguirre, 1986).

El material biológico fue colectado en el Canal nuevo de la Laguna de Tampamachoco durante los meses de diciembre a mayo (temporada de estiaje). Se realizaron 12 muestreos quincenales en una jornada con intervalos de dos horas de las 17:00 a 24:00 h, quedando así incluido el día, ocaso y noche, obteniendo un total de 60 muestras.

Para la colecta del ictioplancton se efectuaron arrastres horizontales desde una lancha con motor fuera de borda, en trayectoria lineal durante 10 minutos, utilizando una estructura de acero diseñada para muestrear en áreas someras y de canales (Zavala-García y Flores-Coto, 2005). En ella se montó una red cónica de 2 m de longitud, 0.5 m de diámetro en la boca, luz de malla de 500 µm y flujómetro G.O. Enviromental Serial B16871. Para cada muestra se registró la temperatura con un termómetro de inmersión (precisión de 0,1 ° C); y salinidad con un refractómetro de campo (American Optical, 0.1 ups de precisión). Para la fijación se utilizó formol al 4 % neutralizado con borato de sodio.

Las muestras se lavaron con agua corriente y se colocaron en etanol al 70 % para su conservación. Se separó y cuantificó la totalidad de larvas de peces, y fueron identificadas a nivel Familia mediante las claves ilustradas de Lipson y Moran (1974), Martín y Drewry (1978), Álvarez-Cadena y Flores-Coto (1981), Fahay (1983), Leis y Trnski (1989) y Moser (1996).

La abundancia numérica fue estandarizada para 100 m<sup>3</sup>, mediante la siguiente fórmula:

$$NL/100 \text{ m}^3 = (NL/VF) * 100 \quad (1)$$

Donde,

NL/100 m<sup>3</sup>: Número de larvas en 100m<sup>3</sup>; NL: Número de larvas de la muestra analizada

VF: Volumen de agua filtrada para la muestra en estudio.

A su vez, el volumen de agua filtrada (VF) se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$VF = (A * B * R)/999999 \quad (2)$$

Donde,

VF: Volumen de agua Filtrada en m<sup>3</sup>; A: área de la boca de la red expresada en m<sup>2</sup>

B: Factor de calibración del flujómetro; R: Número de revoluciones del flujómetro durante el arrastre.

La abundancia promedio se expresó como la sumatoria total de NL/100 m<sup>3</sup> dividida entre el número de muestras. La Frecuencia (F) representó el porcentaje del número de veces que se presentó cada Familia, respecto del total de apariciones. La Dominancia se expresó mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI) que considera el porcentaje de abundancia (% A) y de Frecuencia (% F); por lo que

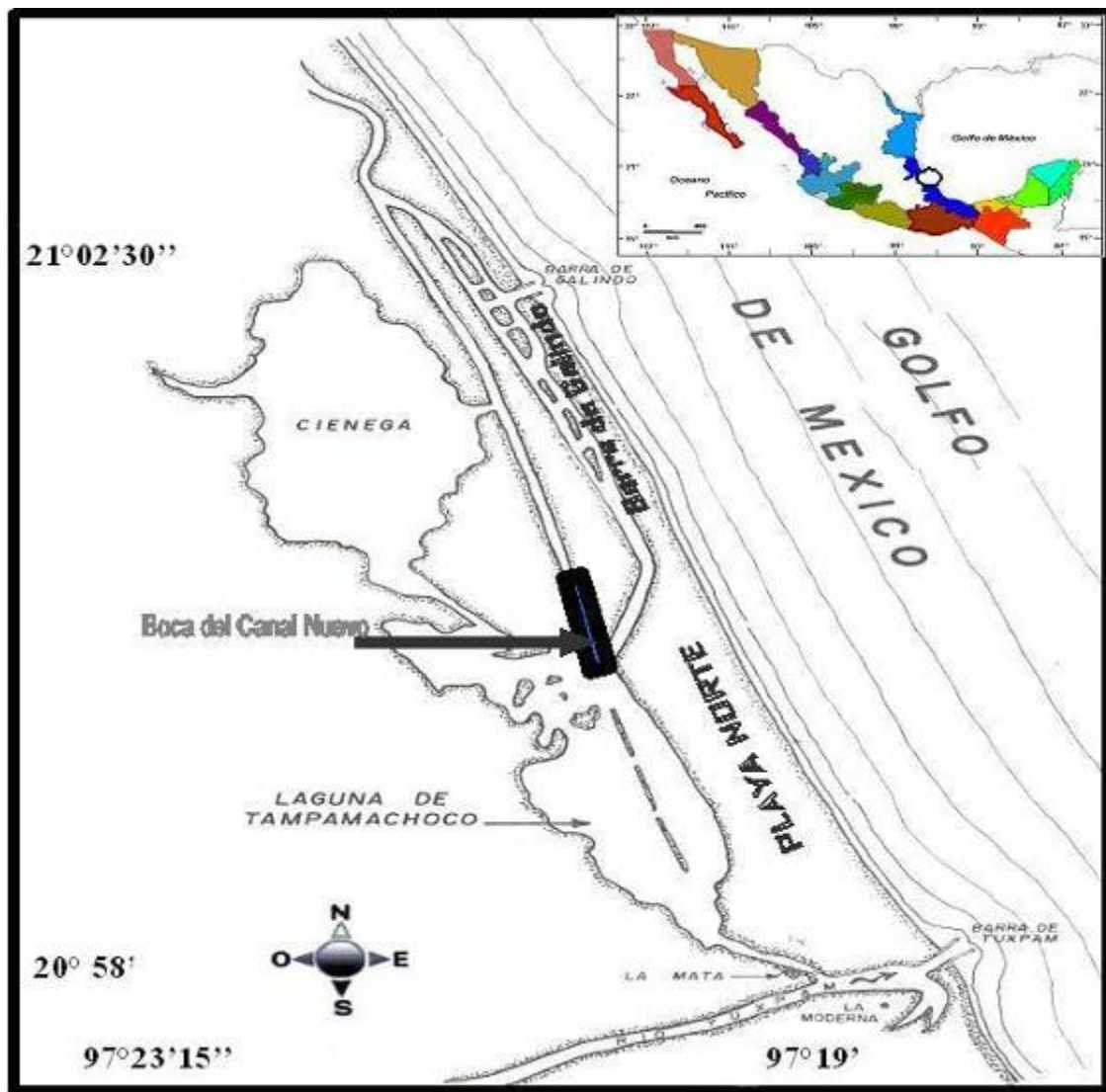


Figura 1. Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Modificado de Contreras y Castañeda (1995). Localización de la boca del Canal Nuevo.

su valor máximo es de 200 % (IVI = % A + % F) (de la Cruz, 1994). A las familias dominantes (IVI igual o mayor a 5 %) se les aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para encontrar variaciones mensuales y por horas, así como un Análisis Multivariado (MANOVA) para mostrar las variaciones en función de la temperatura y salinidad. Para ello fueron normalizados los valores de abundancia [logaritmo natural de  $NL/(100m^3)+1$ ] y procesados con los programas Statistica 6.0 y Statgraphics Plus 5.1.

## RESULTADOS

### Parámetros ambientales

#### Variación de la temperatura y salinidad en la temporada de estiaje

La temperatura promedio fue de 26,34 ° C, con valores mínimos en los meses de diciembre (21,30 ° C) y enero (21,84 ° C), y ascenso constante de febrero hasta mayo en donde se registró el valor máximo (31,75 ° C), con una oscilación térmica de 10,45 ° C. El promedio de salinidad fue de 34,86 ups, con el valor mínimo en diciembre (29,55 ups); aumentando en enero (34,2 ups) y nuevamente en abril (35,58 ups) y mayo (39,85 ups) donde alcanzó el

valor máximo. La oscilación salina fue de 10,35 ups. (Figura 2)

#### Variación de la temperatura y salinidad en la jornada horaria

La temperatura registró un descenso gradual, observándose las máximas a las 17:00 h y las más bajas a las 24:00 h, con fluctuaciones de 0,75 a 2,00 ° C, mientras que la salinidad ascendió de 34,63 ups (17:00 h) a 35 ups (24:00 h), con incrementos menores a 0,4 ups hacia las horas de la noche, excepto a las 22:00 h, donde descendió a 34,69 ups (Figura 3).

### Ictioplancton

#### Composición

Se identificaron 16 familias de larvas de peces, pertenecientes a la Clase Actinopterygii, Subclase Neopterygii, integrándose en 9 órdenes. Las Familias fueron: Elopidae, Ophichthidae, Engraulidae, Clupeidae, Batrachoididae, Mugilidae, Atherinidae, Syngnathidae, Gerreidae, Sciaenidae, Blenniidae, Gobiidae, Microdesmidae, Bothidae, Achiridae y Cynoglossidae. (Cuadro 1)

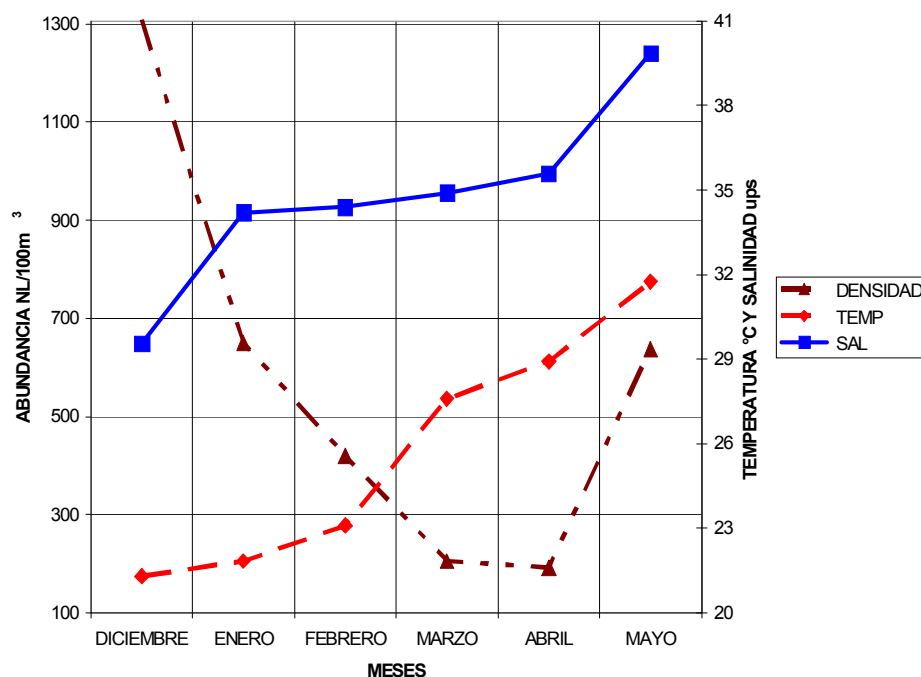


Figura 2. Variación ictiopláctónica (larvas de peces) y parámetros físicos (temperatura y salinidad) durante la temporada de estiaje de diciembre 2003 a mayo 2004 en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México.

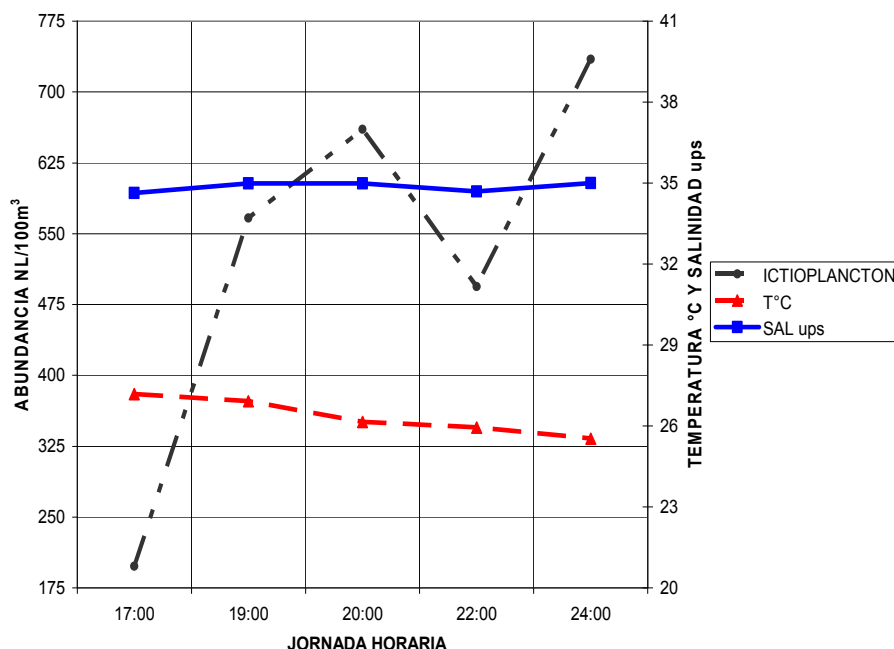


Figura 3. Variación ictioplanctónica (larvas de peces) y parámetros físicos (temperatura y salinidad) durante la jornada horaria en la temporada de estiaje de diciembre 2003 a mayo 2004 en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica (Nelson, 1994), número de larvas (NL/100m<sup>3</sup>) y valores de Abundancia (A %), Frecuencia (F %) y Dominancia (IVI %) del ictioplancton en la temporada de estiaje de diciembre 2003 a mayo 2004 en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México.

Orden	Familia	NL/100m <sup>3</sup>	A %	F %	IVI %
Elopiformes	Elopidae	20,58	3,88	10,05	13,93
Anguilliformes	Ophichthidae	0,77	0,14	2,51	2,65
Clupeiformes	Engraulidae	200,67	37,81	14,82	52,63
	Clupeidae	24,52	4,62	8,79	13,41
Batrachoidiformes	Batrachoididae	0,04	0,01	0,75	0,76
Mugiliformes	Mugilidae	0,09	0,02	0,50	0,52
Atheriniformes	Atherinidae	1,38	0,26	3,02	3,28
Gasterosteiformes	Syngnathidae	0,06	0,01	1,26	1,27
Perciformes	Gerreidae	3,14	0,59	7,04	7,63
	Sciaenidae	11,05	2,08	10,80	12,88
	Blenniidae	1,91	0,36	8,54	8,90
	Gobiidae	259,64	48,92	13,57	62,49
	Microdesmidae	0,40	0,07	4,02	4,09
Pleuronectiformes	Bothidae	0,57	0,11	2,01	2,12
	Achiridae	0,24	0,04	2,26	2,30
	Cynoglossidae	0,01	0,01	0,25	0,26

Variaciones de abundancia en la temporada de estiaje

La mayor abundancia promedio se registró en diciembre con 1.307,92 representando el 38,32 % de la abundancia total y coincidiendo con los valores mínimos de temperatura (21,30 ° C) y salinidad (29,55 ups). En enero descendió a 649,74, disminuyendo constantemente hasta el valor mínimo en abril (191,69), incrementando nuevamente en mayo (638,45) y coincidiendo con los valores máximos de temperatura (31,75 ° C) y salinidad (39,85 ups) (Figura 2).

Variaciones de abundancia en la jornada horaria

De 17:00 a las 20:00 h se presentó un incremento constante de larvas de peces (de 197,93 a 660,43); a las 22:00 h, disminuyó a 494,03, incrementando al máximo valor a las 24:00 h (734,63), con la temperatura mínima y la salinidad máxima (Figura 3). De esta manera, las larvas encontradas durante el “día” constituyeron el 13 % de la abundancia total, mientras que el “ocaso” y la “noche” representaron el 42 % y 45 %, respectivamente.

Abundancia, Frecuencia y Dominancia del ictioplancton

Las familias más abundantes fueron Gobiidae y Engraulidae, con 48,12 y 38,28 % del total, respectivamente. Siguió las familias Clupeidae (4,64 %), Elopidae (4,06 %) y Sciaenidae (2,28 %). Las restantes presentaron valores menores al 1 % y, en conjunto, constituyeron el 1,62 %. (Cuadro 1).

La mayor frecuencia fue para Engraulidae con 14,82 %, y Gobiidae con 13,57 %, continuando las

familias Sciaenidae (10,8 %), Elopidae (10,05 %), Clupeidae (8,79 %), Blenniidae (8,54 %) y Gerreidae (7,03 %). Para Microdesmidae, Atherinidae, Ophichthidae, Achiridae, Bothidae y Syngnathidae, la frecuencia osciló entre 1 y 5 %; mientras que para Batrachoididae, Mugilidae y Cynoglossidae, fue menor al 1 % (Cuadro 1).

El mayor IVI fue para Gobiidae con 61,69 % y Engraulidae con 53,10 %, seguidas por Elopidae (14,11 %), Clupeidae (13,43 %) y Sciaenidae (13,08 %). Continuaron las familias con IVI entre 3 y 10 %: Blenniidae, Gerreidae, Microdesmidae y Atherinidae y, por último, con IVI menor al 3 % estuvieron Ophichthidae, Achiridae, Bothidae, Syngnathidae, Batrachoididae y Cynoglossidae (Cuadro 1).

**Análisis de varianza (ANAVA) y Análisis de varianza multivariado (MANAVA)**

Las familias que se incluyeron en el ANAVA y MANAVA fueron Gobiidae, Engraulidae, Clupeidae, Elopidae, Sciaenidae, Gerreidae y Blenniidae, quienes presentaron un IVI mayor al 5%, constituyendo además el 98,27 % de la abundancia total.

El ANAVA mostró diferencias significativas para todas las familias y la prueba de grupos homogéneos (prueba de Duncan) determinó la agrupación de las abundancias mensuales (Cuadro 2).

En la jornada, solo Gobiidae, Engraulidae y Sciaenidae tuvieron diferencias significativas: el “día” fue diferente del “ocaso” y “noche”. La prueba Duncan determinó que Clupeidae, Elopidae, Gerreidae y Blenniidae presentaron homogeneidad en sus abundancias (Cuadro 3).

Cuadro 2. Análisis de varianza de las abundancias mensuales para las familias dominantes en la boca del Canal Nuevo de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México en temporada de estiaje, diciembre 2003 – mayo 2004.

Familia	F	Prob.	Sig.	Grupos Homógenos (DUNCAN)
Gobiidae	5,77	0,000	*	DIC≠ENE,FEB,MAR,ABR,MAY
Engraulidae	2,97	0,019	*	ENE≠DIC,FEB,MAR,ABR,MAY
Clupeidae	24,32	0,000	*	ENE,FEB≠DIC,MAR,ABR,MAY
Elopidae	14,71	0,000	*	DIC,ABR,MAY≠ENE,FEB,MAR
Sciaenidae	3,71	0,005	*	DIC,ENE≠FEB,MAR,ABR,MAY
Gerreidae	3,02	0,017	*	DIC,ENE,FEB,MAR≠ABR,MAY
Blenniidae	6,21	0,000	*	DIC,ENE,ABR≠FEB,MAR,MAY

F (54,5) al 95 % de probabilidad. \* : Significativo ( $p \leq 0,05$ )

Con el MANAVA se encontró que la temperatura presentó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en las abundancias de Gobiidae, Clupeidae, Elopidae, Gerreidae y Blenniidae; mientras que la salinidad causó diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en Elopidae (Cuadro 4). Mientras tanto, en la jornada horaria, la temperatura causó variaciones significativas en las abundancias de Gobiidae, Clupeidae y Elopidae; y la salinidad provocó diferencias significativas en Engraulidae y Sciaenidae (Cuadro 4).

## DISCUSIÓN

### Parámetros ambientales

En general, los valores mínimos y máximos de temperatura y salinidad a lo largo de la temporada estuvieron asociados con los meses de invierno y

primavera, respectivamente, coincidiendo con lo reportado por Sánchez-Rueda y Castro-Aguirre (1986) y Bedia-Sánchez (1990), quienes señalan valores termo-halinos elevados en primavera y menores durante el invierno; sin embargo, se observó un aumento en los valores promedio, aproximadamente en 10 unidades para cada variable, que los hallados por los autores mencionados. Este evento puede deberse principalmente a la Planta Termoeléctrica Adolfo López Mateos instalada (en 1991) sobre la zona adyacente a la laguna, (Ocaña-Luna *et al.*, 1999), ya que aporta agua de mayor temperatura a través de la boca de Galindo de apertura artificial. Esta última propicia un mayor intercambio de agua marina, contribuyendo al aumento de la salinidad en el Canal. Así mismo, de acuerdo con Kennish (1992), el calentamiento del agua provocado por las emisiones hídricas de la termoeléctrica en el sistema estuarino, puede afectar

Cuadro 3. Análisis de varianza de las abundancias para las familias dominantes en las horas del día, ocaso y noche en la boca del Canal Nuevo de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México en temporada de estiaje, diciembre 2003 – mayo 2004.

Familia	F	Prob	Sig.	Grupos Homógenos (Duncan)
Gobiidae	26,10	0,000	*	DÍA≠OCASO,NOCHE
Engraulidae	4,00	0,023	*	DÍA≠OCASO,NOCHE
Clupeidae	0,09	0,909	ns	HOMOGENEIDAD
Elopidae	1,18	0,313	ns	HOMOGENEIDAD
Sciaenidae	11,58	0,000	*	DÍA≠OCASO,NOCHE
Gerreidae	2,88	0,064	ns	HOMOGENEIDAD
Blenniidae	1,18	0,313	ns	HOMOGENEIDAD

F (57,2), al 95 % de probabilidad. \* : Significativo ( $p \leq 0,05$ ) ns : No significativo ( $p > 0,05$ )

Cuadro 4. Análisis de varianza multivariado de las abundancias mensuales y en la jornada horaria (Día-Ocaso-Noche) para las familias dominantes, en función de la temperatura y salinidad en la boca del Canal Nuevo de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México en temporada de estiaje, diciembre 2003 – mayo 2004.

Familia	Temperatura						Salinidad					
	Mensual			Horaria			Mensual			Horaria		
	F	Prob.	Sig	F	Prob.	Sig	F	Prob.	Sig	F	Prob.	Sig
Gobiidae	6,69	0,012	*	6,56	0,013	*	0,80	0,376	ns	1,35	0,250	ns
Engraulidae	2,58	0,114	ns	1,00	0,322	ns	0,01	0,921	ns	6,46	0,013	*
Clupeidae	6,37	0,014	*	59,95	0,000	*	0,20	0,654	ns	19,64	0,000	ns
Elopidae	5,42	0,023	*	11,66	0,001	*	4,05	0,049	*	0,46	0,501	ns
Sciaenidae	2,54	0,117	ns	0,01	0,906	ns	2,75	0,103	ns	6,64	0,012	*
Gerreidae	9,59	0,003	*	1,29	0,261	ns	1,91	0,172	ns	0,45	0,507	ns
Blenniidae	12,3	0,000	*	1,72	0,194	ns	0,45	0,506	ns	0,09	0,762	ns

F (52,5,1,1) al 95 % de probabilidad. \* : Significativo ( $p \leq 0,05$ ) ns : No significativo ( $p > 0,05$ )

también el metabolismo del zooplancton y la muerte de este cuando los límites térmicos son excedidos; además, la pérdida del ciclo de vida de invertebrados y peces se da también por la incidencia de estos en los filtros del sistema de enfriamiento por condensación.

La disminución de la salinidad en diciembre y febrero podría explicarse principalmente a los efectos de la temporada de lluvias y a las precipitaciones ocasionadas por los “nortes”, aunada al aporte de agua dulce proveniente del Río Tuxpam. En general los valores elevados de salinidad se originan por la comunicación directa con el mar en la Boca de Galindo y a través del estero de Tampamachoco, a dos km de la desembocadura en el mar.

En las horas de muestreo el aumento de salinidad puede deberse a las mareas y corrientes que introducen agua de mayor salinidad durante la noche; mientras que la disminución de la temperatura del agua podría ocasionarla la temperatura del aire, como lo establece Sánchez (1994), quien encuentra que esta es mayor durante el día y menor hacia las horas de la noche, ya que el agua absorbe calor en las horas de luz solar y lo libera por la noche.

### Ictioplancton

Las 16 Familias ictioplanctónicas identificadas han sido reportadas en la ictiofauna del sistema estudiado (Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000) y, de acuerdo a Cruz y Rodríguez (1993), representan el 53 % de las Familias registradas en los principales estuarios de Veracruz. Ríos-Salazar *et al.* (1988), Bedia-Sánchez (1990) y Ocaña *et al.* (1990), reportaron en un ciclo anual 14, 12 y 17 familias, respectivamente, quedando sin registrar en los listados de los autores mencionados las familias Batrachoididae, Microdesmidae y Cynoglossidae encontradas por primera vez en la presente investigación, con las que ascendió a 20 las Familias ictioplanctónicas reportadas hasta el momento para la laguna de Tampamachoco.

La máxima abundancia ictioplanctónica en la temporada de estiaje ocurrió en diciembre y en mayo, coincidiendo con la temporada de “nortes” que se presentan en la zona de estudio (Sánchez, 1994), y con las temperaturas elevadas (en abril y mayo). En relación a este suceso Ocaña *et al.* (1999) explica que durante los “nortes” algunas especies con desove oceánico ingresan a las lagunas, y en la primavera la mayoría de las especies típicas lagunares desovan. El

mismo evento ha sido determinado en otras lagunas del Golfo de México como Tamiahua (Barba-Torres y Sánchez-Robles, 1981), Alvarado (Méndez-Vargas, 1980) y Términos (Álvarez-Cadena, 1978), quedando de manifiesto que el aumento de larvas está determinado por el ciclo biológico de las especies dominantes y las condiciones ambientales de cada ecosistema (clima regional).

En la jornada horaria las mayores abundancias se presentaron a partir del ocaso (19:00 h) y en las horas de la noche (20:00 a 24:00 h), coincidiendo con la disminución de la temperatura y el aumento de la salinidad. De acuerdo con Forward (1988), tanto la temperatura como la salinidad determinan la distribución larval. A este respecto Hutchinson (1967) y Wickstead (1979), agregan que las estrategias de reproducción y alimentación en los peces están relacionadas precisamente con la luz y la ausencia de depredadores, posiblemente es durante las horas del “ocaso” y la “noche” cuando se presentan las condiciones para llevar a cabo esas funciones biológicas.

Las variaciones en el número de larvas estuvieron determinadas por las familias Gobiidae y Engraulidae, coincidiendo con lo reportado por Cruz y Rodríguez (1993) para los estuarios Veracruzanos. La dominancia de Gobiidae y Engraulidae ha sido ya corroborada en el Golfo de México (Álvarez-Cadena, 1978; Méndez-Vargas, 1980; Zavala-García, 1980; Barba-Torres y Sánchez-Robles, 1981; Ocaña y Luna, 1985; Bedia-Sánchez 1990; Ocaña *et al.*, 1990, entre otros), jugando el papel ecológico más importante, ya que aprovechan al máximo la riqueza productiva de las lagunas costeras.

La familia Gobiidae fue la más importante y presentó la máxima abundancia en diciembre, con diferencias significativas respecto del resto de los meses ( $F = 5,77$ ,  $p = 0,0002$ ). Flores-Coto y Méndez-Vargas (1982) señalan que la abundancia elevada de esta Familia a finales de otoño es producto de las fuertes precipitaciones que provocan el descenso y desove de algunas especies que viven en la parte alta de los ríos, como sucede con *Dormitator maculatus* (Familia Gobiidae) (Flores-Coto y Zavala-García, 1982). Bedia-Sánchez (1990) registró la dominancia de Gobiidae para la laguna de Tampamachoco, con una abundancia mayor al 90 %, mientras que en el presente trabajo fue menor al 50 %; esta diferencia se explica por la diferencia en salinidad de las áreas muestreadas, la cual fue menor a 15 ups en el estudio



mencionado, y mayor a 29 ups en esta investigación, quedando de manifiesto la capacidad de los góbidos para desarrollarse en un rango amplio de salinidad, pero mostrando una preferencia por las aguas menos salinas. Por esta razón, se sugiere que el factor que limitante para su desove es la temperatura ( $F = 6,69$ ,  $p = 0,0125$ ). Ocaña *et al.* (1990), reportan a las especies *D. maculatus*, *Gobionellus hastatus*, *Gobioides broussonetti*, *Bathygobius soporator*, *Eleotris pisonis*, *Gobiosoma bosci*, *G. boleosoma*, *Evorthodus lyricus* y *Gobiomorus dormitator*; y Castro-Aguirre (1986) registró en la ictiofauna a las 5 primeras especies como habitantes temporales del componente estuarino y eurihalinos del componente marino, de lo que se desprende que la familia Gobiidae utiliza el área del Canal Nuevo para efectuar el desove, pero también como área de crianza y alimentación.

Los engraulidos, quienes ocuparon el segundo lugar en importancia, ya han sido reportados para la laguna de Tampamachoco por Bedia-Sánchez (1990) y Ocaña *et al.* (1990). Las abundancias registradas por el primer autor ( $< 5\%$ ) difieren de las encontradas en el presente estudio ( $> 35\%$ ). Esta diferencia se debe posiblemente a que el desove lo efectúan en aguas con salinidades elevadas (Ocaña *et al.*, 1999) como las que se presentan en el Canal Nuevo (hasta 41 ups). Los dos periodos de máxima abundancia (enero y mayo), indican que se trata de dos o más especies con ciclos reproductivos diferentes, como lo mostró el ANOVA ( $F = 2,97$ ;  $p = 0,0193$ ). Concuera además con Ocaña *et al.* (1990), quien reporta la abundancia de *A. hepsetus* en febrero, mientras que De la Campa *et al.* (1989) encuentran la mayor abundancia de *A. mitchilli* en marzo. También observan la presencia de *Cetengraulus edentulus* y *A. lamprotaenia*. Las 4 especies han sido registradas por Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) en la ictiofauna de la laguna de Tampamachoco. A esas especies Castro-Aguirre (1986) las describe como típicamente estuarinas, pero que pueden ser encontradas en cualquier etapa de su ciclo de vida en aguas marinas.

El hecho de que las familias Clupeidae, Elopidae, Sciaenidae, Gerreidae, Blenniidae y Microdesmidae se presenten de forma constante a lo largo de la temporada aunque en pequeña proporción, indica que utilizan el Canal Nuevo como zona de crianza y alimentación, ya que son eurihalinas y forman parte del componente marino. Estas familias se encuentran representadas en la ictiofauna sistema estudiado (Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000).

La familia Achiridae posiblemente utilice el área del Canal para desovar como sucede en la laguna de Tamiahua en donde Barba-Torres y Sánchez-Robles (1981) establecen que *Achirus lineatus* desova dentro de la laguna de Tamiahua, y que la baja abundancia y frecuencia de captura se debe a los hábitos bentónicos que presenta desde la etapa larval. Cabe aclarar que en las larvas de Achiridae colectadas en este estudio no se aprecia aún la migración del ojo como sucede en las especies de esta familia. En cuanto a la familia Syngnathidae Bedia-Sánchez (1990) menciona que *Syngnathus scovelli* y *Oostethus lineatus* realizan el desove dentro de áreas lagunares durante el periodo de lluvias.

Finalmente, la escasa abundancia de Atherinidae, Ophichthidae, Bothidae, Mugilidae, Batrachoididae y Cynoglossidae, contrasta con lo reportado por diferentes autores que han determinado el desove y la abundancia larval de esas familias en aguas neríticas y marinas (Hoesse y Moore, 1977; Hardy, 1978; Houde *et al.*, 1979; Sanvicente-Añorve, 1985; Pineda, 1986; Collins, 1990; Martínez, 1994), por lo que su presencia en la zona y periodo estudiado se debe a que las larvas son arrastradas accidentalmente al interior de la laguna, utilizándola temporalmente como área de refugio y/o alimentación.

## CONCLUSIONES

La temperatura y salinidad presentaron comportamientos ascendentes a lo largo de la temporada de estiaje. Los valores mínimos y máximos se relacionaron con la dominancia alternada de Gobiidae y Engraulidae, la primera en diciembre y la segunda en mayo. Se encontró una mayor abundancia de larvas durante el “ocaso” y la “noche” como posible manifestación de una estrategia reproductiva para asegurar una mayor sobrevivencia. La temperatura y salinidad influyen y las variaciones de abundancia ictioplanctónica. Las familias Microdesmidae, Batrachoididae y Cynoglossidae constituyeron nuevos registros para la laguna de Tampamachoco.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a César Flores-Coto por el financiamiento de esta investigación y a Verónica Ramírez Cruz por su participación en la examinación de las muestras y en la revisión del presente documento, al igual que a los técnicos que

laboran en el Laboratorio de Zooplancton del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Autónoma de México.

### LITERATURA CITADA

- Álvarez Cadena, J. N. 1978. Distribución y abundancia del ictioplancton, en la laguna de Términos, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 89 p
- Álvarez Cadena, J. N. y C. Flores Coto. 1981. Clave para identificación de familias de larvas de peces de la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 8 (1): 199-208.
- Barba Torres, J. F. y J. Sánchez Robles. 1981. Abundancia, distribución y estructura de la comunidad ictioplanctónica, en la laguna de Tamiahua, Veracruz a través de un ciclo anual. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 62 p.
- Bedia Sánchez, C. M. 1990. Aspectos ecológicos del ictioplancton del sistema estuarino de Tuxpan, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Iztacala. México. 56 p.
- Bulit G., C., E. Girón Botello, N. Sánchez S. y M. Signoret P., 1989. Producción primaria fitoplanctónica en la laguna de Tampamachoco en un ciclo anual. Reporte del proyecto Estudios Hidrobiológicos en la región estuarino-lagunar de Tuxpam-Tampamachoco, Veracruz y zona Noroccidental del Golfo de México. CONACYT – UAM-I. Distrito Federal. 200 p.
- Castro Aguirre, J. L. 1986. Estudios Sistemáticos y ecológicos de la ictiofauna del sistema estuarino-lagunar Tuxpam-Tampamachoco, Ver. México. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 98 p.
- Castro Aguirre, J. L. 1987. Estudios hidrobiológicos del sistema estuarino-lagunar Tuxpan-Tampamachoco, Veracruz, Zona Noroccidental del GM. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Ed) Distrito Federal. 227 p.
- Chávez, A. E. 1972. Notas acerca de la ictiofauna del río Tuxpam y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. *Memorias IV Congreso Nacional de Oceanografía*. México. p. 177.
- Collins, P. E. 1990. Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en el sur del Golfo de México (Otoño, 1987). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 65 p.
- Contreras, E. F. y O. Castañeda. 1995. Los ecosistemas costeros del estado de Veracruz. Dirección General de Pesca. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesquera. México, D. F. 144 p.
- Cota, F. V. y R. Santiago 1992. Estudio de la estructura de las comunidades de peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Resúmenes IX Congreso Nacional de Oceanografía. México. p. 179.
- Cruz, G. A. y A. Rodríguez. 1993. Estudios ictioplanctónicos en los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. Resúmenes XII Congreso Nacional de Zoología. México. p. 97.
- De la Campa, J. S.; R. Guadarama; S. R. Mille y H. Ríos Salazar. 1989. Análisis ecológico del zooplancton de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Resúmenes Coloq. Invest. Hidrobiol. Tampamachoco. México. p. 56
- De la Cruz, A. G. 1994. Sistema para el análisis de comunidades ANACOM. Versión 3.0. Departamento de Pesquerías y Biología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)-Instituto Politécnico Nacional (IPN). México, D. F. 99 p.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* (Vol. 4). Northwest Atlantic fisheries organization. Dartmouth, Canadá. 425 p.
- Flores Coto y J. N Álvarez Cadena, 1980. Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 7 (2): 67-78.

- Flores Coto, C. y F. Zavala García. 1982. Descripción de huevos y larvas de *Dormitator maculatus*, de la laguna de Alvarado, Veracruz (Pises, Gobiidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 9 (1): 127-140.
- Flores Coto, C. y M. L. Méndez Vargas. 1982. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 9 (1): 41-160.
- Flores Coto, C.; V. Ducoing; F. Zavala García; A. Velarde y S. Méndez. 1986. Efecto de la marea en el paso de las larvas de algunas especies de la familia Clupeidae (Pises), en la Boca del Carmen, Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 14 (1): 53-68.
- Forward, R. B. Jr. 1988. Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behavior. *Oceanography Marine Biology Annual Research*. 26 (1): 361-393.
- Hardy, J. D. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. II. Anguillidae Through Sygnathidae. Fish and Wildlife Service. USA. 458 p.
- Hoese, H. D. and R. H. Moore. 1977. Fishes of the Gulf of Mexico. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A & M University Press, USA. 376 p.
- Houde, E. D.; J. C. Leak; C. E. Dowd; S. A. Berkeley and W. J. Richards. 1979. Ichthyoplankton abundance and diversity in the Eastern Gulf of Mexico. Report to U.S. Bur. Land. Mgt., Contract No. AA550-CT7-28: 546 p.
- Hutchinson, G. E. 1967. Introduction to Lake Biology and the limnoplankton. *In: Johnweley & Sons (EDS). A Treatise On Limnology*. Vol. II. New York. USA. p. 725-809.
- Kennish, M. J. 1992. Ecology of estuaries: Anthropogenic effects. CRC Press. USA: 375. 459 p.
- Kobelkowsky, A. 1985. Los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biótica* 10 (2): 145-156.
- Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. *In M. Wiley (ED). Estuarine Processes*. Academic, New York. p. 182-215
- Leis, J. M. and J. M. T. Trnski. 1989. The Larvae Of Indo-Pacific Shorefishes. University of Hawaii Press. USA. 371 p.
- Lipson, J. A. and L. R. Moran. 1974. Manual for identification of early developmental stages of fishes of the Potomac River Estuary. Power Plant Siting Program of the Maryland Department of Natural Resources, Baltimore. USA. 282 p.
- Martin, F. D. and G. E. Drewry. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Fish and Wildlife Service. U. S. 321 p.
- Martínez, M. R. 1994. Variación estacional del ictioplancton en la sonda de Campeche, México (Clupeiformes a Scorpaeniformes). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México 56 p.
- Méndez Vargas, M. L. 1980. Distribución y abundancia del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz a lo largo de un ciclo anual. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 58 p.
- Moser, H. G. 1996. The early stage of fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations. Atlas N°33b. National Marine Fisheries Service. La Jolla, California. USA. 1077 p.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. Wiley. Nueva York. USA. 600 p.
- Ocaña, J. A. y A. S. Luna. 1985. Abundancia y distribución de los huevos de Engraulidae (Pisces) y estimación de su biomasa desovante, en la laguna de Términos, Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 65 p.

- Ocaña, J. A.; M. Sánchez y L. Arias. 1990. Distribución y abundancia del ictioplancton de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. Resúmenes II Congreso de Ciencias del Mar. México. p. 121.
- Ocaña, J. A.; M. Sánchez Ramírez y J. J. Zamorano Orozco. 1999. Diversidad del ictioplancton en la laguna Madre y Almagre, Tamaulipas, y laguna de Tampamachoco, Veracruz. Proyecto CONABIO FB440/LO70/97. INP. México, D. F. 54 p.
- Pérez Hernández, M. A. y R. E. B. Torres Orozco. 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: estudio de un caso en el Golfo de México. *Revista Biología Tropical* 48 (2/3): 425-438.
- Pineda, L. R. 1986. Contribución al conocimiento del ictioplancton del sur del Golfo de México. Un ciclo anual. 1-Invierno. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 95 p.
- Richards, W.J. y L. Vásquez Yeomans. 1996. Ictioplancton. *In*: R. Gasca y E. Suárez (EDS). Introducción al estudio del zooplancton marino. ECOSUR/CONACYT. México, D. F. p. 631-664.
- Ríos-Salazar, H.; A. Marmolejo y S. De La Campa. 1988. Análisis ecológico del ictioplancton de la laguna de Tampamachoco, Ver. y de la zona nerítica adyacente. Resúmenes III Reunión Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. (SOMPAC). México. p. 43.
- Ríos Salazar, H.; S. De La Campa y M. E. Sánchez. 1989. Análisis ecológico del ictioplancton de la laguna de Tampamachoco. Resúmenes III Reunión Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. (SOMPAC). México. p. 43.
- Sánchez, N. L. 1994. Influencia cualitativa y cuantitativa de los factores climáticos que inciden en la salinidad y temperatura del agua de la laguna de Tampamachoco, Veracruz (1979-1986). Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 62 p.
- Sánchez Rueda, P. y J. L. Castro Aguirre. 1986. La ictiofauna del sistema Túpam-Tampamachoco y sus aspectos ecológicos relevantes. CONACYT (Ed.). México, D. F. 191 p.
- Sanvicente Añorve, L. 1985. Contribución al conocimiento de la fauna ictioplanctónica en el sur del Golfo de México. Primera parte: Primavera. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 88 p.
- Wickstead M. K. 1979. Zooplancton marino. Cuadernos de Biología. México, D. F. 73 p.
- Zavala García, F. 1980. Contribución al conocimiento de los huevos y larvas de *Dormitator maculatus* (Pisces: Gobiidae) en la laguna de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 79 p.
- Zavala García, F. y C. Flores Coto. 2005. Marco de soporte para muestreo de plancton y neuston en áreas someras y canales. *Ciencia y Mar* 9 (25): 21-24.