



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores
"Zaragoza"

"VARIACIÓN ESPACIAL, ESTACIONAL Y
NICTÍMERA DE LA ABUNDANCIA RELATIVA DE
ESCIAÉNIDOS (PERCIFORMES: SCIAENIDAE) EN
UN ESTUARIO DE VERACRUZ"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

María Concepción Higuera Chávez

DIRECTORA: M. en B. María del Rocío Zárate Hernández

ASESOR INTERNO: Manuel A. Castillo Rivera



MÉXICO, D.F.

2008



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.

Universidad Nacional Autónoma de México

**Facultad de Estudios Superiores
Zaragoza**

Carrera de Biología

**“VARIACIÓN ESPACIAL, ESTACIONAL Y NICTÍMERA DE
LA ABUNDANCIA RELATIVA DE ESCIAÉNIDOS
(PERCIFORMES:SCIAENIDAE) EN UN ESTUARIO DE
VERACRUZ”**

Tesis que presenta: Higuera Chávez María Concepción

Directora de Tesis: M. en B. María del Rocío Zárate Hernández

Asesor Interno: Dr. Manuel A. Castillo Rivera

La presente tesis se desarrolló en el Laboratorio de Peces del Departamento de Biología, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, dentro del Proyecto de Investigación “Ecología de poblaciones y comunidades de peces del Golfo de México.”

DEDICATORIAS

A MI PAPÁ: MIGUEL ANTONIO

El hombre más sabio e inteligente que he conocido.

Gracias por tu cariño todo lo que me diste y me sigues dando, por todas tus enseñanzas y consejos. Gracias por haber sido mi papá.

Seguirás vivo mientras tu familia viva, fue sólo un hasta pronto y no un adiós, después de todo:

“La materia y energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforman”.

A MI MAMÁ: MA. CONCEPCIÓN

A la mujer más extraordinaria del mundo.

Gracias por ser como eres, por tu fortaleza, tenacidad, amor y apoyo infinito. Tú eres la razón que me impulsa a seguir adelante.

Gracias por ser mi mamá

A MI HERMANO TONY

Gracias por tu ayuda y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A la Directora de tesis, M. en B. María del Rocío Zárate Hernández, por su ayuda, apoyo y dirección.

Al Dr. Manuel Castillo Rivera, por su apoyo incondicional, ayuda y aportación a la presente tesis, así como por los conocimientos transmitidos durante la carrera y sobretodo, porque con su peculiar método de enseñanza, nos ha enseñado a pensar, a razonar y así, a ser mejores cada día y a dar nuestro máximo esfuerzo. No importa que tan difícil sea la tarea, la cumplirás si te empeñas en lograrlo. Gracias.

Al M. en C. Ernesto Mendoza, a la M. en C. Selene Ortiz y al Biólogo José Luis Guzmán por sus aportaciones a la presente tesis.

Al Profr. Ramiro porque, sin ser su trabajo, siempre se tomó el tiempo para escucharme y ayudarme, porque me dio ánimo y fuerzas para continuar por adversas que fueran las circunstancias, porque me enseñó que el valor de una persona no radica en el número de títulos o grados que alguien tenga, sino en su humildad y forma de ver la vida y, sobretodo por enseñarme que es de humanos equivocarse, nadie es perfecto y si nunca te has equivocado significa que realmente nunca aprendiste nada. Gracias Maestro.

A mis abuelitos Yola y Luis Leonel; a mi mamá Conchita y mi papá Rafa; a La Paz, mi tía Toya, Vicky, Elda, Dhamar, Daxel y Barush por estar ahí siempre para nosotros. Gracias por todo su apoyo antes, ahora y siempre.

A Magy, por tu amistad, tus consejos, tus regaños, tu apoyo y tantas cosas más. Sabes que eres como mi hermana y que esto se pudo realizar gracias a ti. Gracias por todo.

A Anita y Yosef por haberme brindado su amistad, por sus valiosos consejos y por estar ahí siempre, apoyándome en las buenas y sobretodo en las malas.

A Edith y Paty, por ser mis amigas, escucharme, ayudarme y apoyarme y, a Paty en particular, por ser una persona excepcional y haberme disculpado por cometer un error. Gracias por todo.

A Sergio, el chavo más inteligente que he conocido. Gracias por todas las ocasiones en las que me ayudaste, me escuchaste y por aquellas esporádicas ocasiones en las que platicamos y debatimos sobre temas como la vida, muerte, el destino y el universo contra nosotros. Sé que llegarás muy lejos y te deseo todo lo mejor.

Finalmente, a todas las personas que aparecen aquí. No puedo expresarles con palabras todo lo que siento por ustedes, pero sepan que son una parte muy importante de mi vida, que siempre los querré y vivirán en mis recuerdos y corazón hasta el día de mi muerte. Los quiero.

Gracias a todos.

ÍNDICE

RESÚMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	11
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
MÉTODO.....	13
RESULTADOS.....	15
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	44

RESÚMEN

En el presente estudio se analizaron el comportamiento espacial (hábitat con vegetación sumergida y hábitat sin vegetación) y temporal (estacional y nictímero) de la abundancia relativa (en número y peso) de los esciénidos dominantes en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz y su relación con las variables ambientales más importante (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto). Además de determinar la amplitud del nicho espacial de las especies más abundantes.

Se registraron un total de cinco géneros correspondientes a ocho especies, de las cuales seis se capturaron en ambos tipos de hábitat. En total se recolectaron 1,913 individuos, con un peso total de 12,454.20 g. Las especies más abundantes fueron *Bairdiella chrysoura*, *Leiostomus xanthurus* y *Micropogonias undulatus*, las cuales representaron el 97.1% en número y el 91.9% en peso, del total de esciénidos capturados.

Espacialmente se observó que el promedio de la abundancia tanto en número como peso de los individuos de *B. chrysoura* fue mayor en el hábitat con vegetación sumergida, mientras que para *M. undulatus* tal comportamiento fue inverso, presentando mayores promedios de abundancia en el hábitat sin vegetación. Para la especie *L. xanthurus* el promedio de abundancia en número fue mayor en el hábitat sin vegetación, mientras que para el peso se presentó el caso contrario.

Estacionalmente, la abundancia promedio tanto en número como en peso de *B. chrysoura*, *M. undulatus* y *L. xanthurus* varió significativamente entre meses. Las especies *B. chrysoura* y *M. undulatus* mostraron un comportamiento similar, alcanzando la mayor abundancia durante el mes de Julio y Enero, y Julio y Marzo, respectivamente. En el caso de *L. xanthurus*, ésta especie exhibió un pulso de abundancia durante Enero, el cual se prolongó hasta Marzo.

A nivel nictímero *B. chrysourea* mostró pulsos durante día y noche a lo largo de los meses en el hábitat con vegetación sumergida, siendo estas diferencias significativas sólo para los meses de Septiembre y Noviembre, mientras que para el hábitat sin vegetación en esta especie se observó un comportamiento predominantemente nocturno, exhibiendo diferencias significativas entre el día y la noche en la mayoría de los meses.

Con respecto a *L. xanthurus*, esta especie sólo se capturaron durante Enero-Marzo, mostrando diferencias significativas entre día y noche, en el mes de Marzo en el hábitat con vegetación sumergida, inversamente en el hábitat sin vegetación sólo en el mes de Enero las diferencias entre ambos períodos resultó significativa.

En lo que se refiere a *M. undulatus* se observó un comportamiento similar en ambos hábitat, mostrando pulsos importantes durante horas de penumbra, anochecer y oscuridad, siendo estas diferencias no significativas en casi todos los meses.

Con respecto a la influencia de los factores ambientales sobre la abundancia relativa de las especies dominantes, se observó que la abundancia en número *B. chrysourea*, en el hábitat con vegetación sumergida, se correlacionó con la temperatura (de manera directa) y el oxígeno (de manera inversa); en cuanto al peso, mostró una correlación directa sólo con el oxígeno. En el hábitat sin vegetación, el número de individuos, se correlacionó directamente con la temperatura e inversamente con la oxígeno y salinidad; el peso sólo se correlacionó de manera inversa con el oxígeno.

Para el caso de *L. xanthurus*, tanto el número como el peso, así como ambos hábitat, presentaron el mismo comportamiento, esto es, se presentaron correlaciones inversa con la temperatura y directa con el oxígeno.

El número y peso de los individuos de *M. undulatus* en el hábitat con vegetación sumergida, se correlacionó de manera inversa con el oxígeno; en cuanto a este último también se correlacionó directamente con la temperatura. Para el hábitat sin vegetación, tanto número como peso se correlacionaron

inversamente con los niveles de oxígeno, y sólo el número se correlacionó directamente con la salinidad.

Con respecto a la amplitud de nicho espacial, el mayor valor lo presentó *B. chrysourea*, lo cual concuerda con el hecho de que esta especie es considerada como típicamente estuarina, implicando que presenta las suficientes adaptaciones morfo-fisiológicas y conductuales para distribuirse ampliamente dentro del sistema, como un residente permanente del estuario.

Así, las variaciones existentes en los patrones espaciales y temporales, así como su relación con las variables ambientales, pueden depender de los hábitos particulares, como son el comportamiento reproductivo y alimenticio, la capacidad eurihalina y el desarrollo de estrategias adaptativas, lo que explica de cierta manera los comportamientos particulares de cada una de las especies estudiadas.

INTRODUCCIÓN

México tiene alrededor de 11,000 km de costas, con más de 12,500 km² de lagunas costeras, estuarios y bahías (Contreras-Espinosa, 1993; Grijalva-Chon *et al.*, 1993). Los ecosistemas lagunares-estuarinos son cuerpos de agua poco profundos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a, 1994; Yáñez-Arancibia, 1986; Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003) y semicerrados de la costa (Sumich, 1992) que reciben flujo de agua continental proveniente de ríos, arroyos o quebradas y flujo marino a través de una barrera de arena, de tal forma que su comunicación con el mar puede ser permanente o efímera (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a, 1994; Yáñez-Arancibia, 1986; Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003).

El tamaño y la forma de un sistema lagunar-estuarino se encuentran influenciados por la cantidad de agua continental que entra en éste y por la historia geológica del área. Los movimientos geológicos de la corteza de la tierra han elevado y sumergido las áreas de la costa. Los cambios en el nivel del mar alteran también el tamaño y la forma de estos sistemas cambiando la profundidad del agua (Sumich, 1992).

Los estuarios presentan una gran cantidad de fluctuaciones ambientales, definidas principalmente por dos tipos de factores: 1) los físicos (origen geológico, hidrografía, volumen de descarga de los ríos, temperatura, salinidad, tipo de substrato, turbidez) y 2) los químicos (oxígeno disuelto, pH, minerales, nutrientes) (Whitfield y Elliot, 2002).

El estrés del ambiente estuarino es causado principalmente por la mezcla de agua oceánica y continental, creando gradientes de salinidad y de temperatura, debido a que el agua oceánica y el agua continental no se encuentran a la misma salinidad y temperatura. Los gradientes creados por el mezclado no son fenómenos estables sino que aumentan y disminuyen en el sistema diariamente, de acuerdo a los ciclos de marea. Adicionalmente, el flujo

de agua lleva materia orgánica e inorgánica suspendida, que puede crear gradientes de turbidez, así como de oxígeno disuelto (Moyle y Cech, 2004).

Los estuarios son sistemas altamente productivos y los nutrientes se encuentran principalmente asociados con el detritus que es arrastrado por el agua continental o es creado por la descomposición de las plantas de los alrededores. Aunque la turbidez excesiva de los estuarios limita la fotosíntesis, el fitoplancton puede ser otra fuente importante de entrada de energía (Moyle y Cech, 2004), tiende a dominar en los grandes estuarios con un intercambio restringido con el mar abierto, y con una periferia de marismas reducida en relación con su extensión (Begon *et al.*, 2006).

La constante mezcla que tiene lugar en los estuarios asegura que la mayoría de los nutrientes sean reciclados y las mayores pérdidas ocurren durante épocas de inundaciones (Moyle y Cech, 2004).

Los estuarios tienen grandes concentraciones de zooplancton filtrador de alimento, particularmente copépodos, que se alimentan del detritus y fitoplancton en la columna de agua y son presa para los peces (Moyle y Cech, 2004).

La utilización del ambiente estuarino por los organismos marinos o dulceacuícolas no es al azar (Juárez-Avelar y Sánchez-Vargas, 2002). Dicho ambiente provee dos funciones primarias en algunas etapas del ciclo de vida de ciertas especies: 1) suministro de alimento y adecuada área de crianza durante el período de rápido crecimiento y 2) protección de depredadores (Yáñez-Arancibia, 1986). Muchas especies han seleccionado este ecosistema a través del comportamiento evolutivo y adaptaciones morfológicas y fisiológicas, que optimizan el uso de los estuarios durante las etapas juveniles de los organismos por la sincronía de la reproducción y el patrón de migración, explotando tiempos y espacios de alta productividad (Juárez-Avelar y Sánchez-Vargas, 2002).

Entre los grupos faunísticos de mayor éxito biológico en la zona costera se encuentran los peces (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a, 1994; Yáñez-Arancibia, 1986; Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003). Sin embargo, debido a la naturaleza fluctuante del ambiente estuarino los peces que habitan este ecosistema gastan considerables cantidades de energía para ajustarse a las condiciones cambiantes (Moyle y Cech, 2004) empleando mecanismos de supervivencia que comprenden adaptaciones morfológicas, fisiológicas, estrategias reproductivas, alimentarias y patrones de migración altamente integrados a los procesos físicos y a la heterogeneidad de la zona costera (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a, 1994; Yáñez-Arancibia, 1986; Roldán, 1992; Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003).

El papel ecológico y económico de los peces en este tipo de hábitat es relevante y requiere de investigación debido a que ocupan diferentes niveles tróficos, lo que contribuye al equilibrio energético de estos ecosistemas (Yáñez-Arancibia, 1978; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a, 1994; Yáñez-Arancibia, 1986; Grijalva Chon *et al.*, 1993; Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003).

Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) afirman que ciertos peces tienen papeles ecológicos críticos en las lagunas costeras, ya que transforman la energía a través del consumo directo de productores primarios, detritus y otras materias mediante la depredación de detritívoros (Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003) y conducen la energía activamente a través de la trama trófica, intercambian energía con ecosistemas vecinos a través de importación y exportación de ella, constituyen una forma de almacenamiento de energía dentro del ecosistema, además de ser un agente de regulación energética (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977), haciendo que ésta se encuentre disponible en niveles tróficos mayores (Arrieta-Vera y de la Rosa-Muñoz, 2003).

La distribución y abundancia de los peces que presentan los estuarios son determinadas en primer lugar por factores físicos y químicos y, en segundo lugar, por los factores biológicos. Una de las principales razones para esto es que la mayoría de los peces estuarinos son sólo residentes parciales de los estuarios. Emigran cuando las condiciones son favorables para tomar

ventaja de la abundancia de alimento, ya sea para ellos mismos o para sus crías pero inmigran cuando las condiciones físicas y químicas se vuelven demasiado severas. La estacionalidad de las poblaciones de peces en los estuarios parece ser creada principalmente por sus respuestas a la temperatura y la salinidad. Sin embargo, los niveles de oxígeno, la vegetación, la depredación y la competencia intraespecífica pueden jugar un papel importante, así como las invasiones por especies no nativas (Moyle y Cech, 2004).

La temperatura es probablemente el factor más importante que afecta la distribución de peces tanto entre como dentro de los estuarios temporalmente. Muy a menudo las diferencias entre la fauna de peces de estuarios durante el verano e invierno son probablemente debido en gran parte a la tolerancia y preferencia de temperatura de las diferentes especies (Copeland y Bechtel, 1974; Moyle y Cech, 2004; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2006).

La salinidad ejerce una fuerte influencia sobre la distribución de los peces dentro del estuario. Se trata de una influencia particularmente fuerte sobre la composición y estructura del grupo de peces dentro de un estuario (Thiel *et al.*, 1995; Moyle y Cech, 2004).

Los niveles de oxígeno disuelto son altos en los estuarios debido al constante flujo y mezcla de agua salada y dulce, aunque los alto niveles de materia orgánica pueden reducir los niveles de oxígeno durante épocas de bajo flujo (Moyle y Cech, 2004).

La vegetación ha sido reconocida como una fuente importante de materia orgánica para el enriquecimiento del ecosistema estuarino (Moyle y Cech, 2004).

La vegetación acuática forma praderas más o menos extensas en el sublitoral. Sirven de albergue y proveen alimento a muchas especies, algunas de las cuales son de importancia pesquera, y a otras que se consideran en peligro de desaparecer. Estos ecosistemas sirven, además, para estabilizar los sedimentos, ayudando a evitar la erosión de las costas, y son importantes

como áreas de fijación de energía en forma de materia vegetal (García-Ríos, 2001).

La especie *Ruppia maritima*, una angiosperma marina, crece en aguas salobres localizadas en las marismas internas subhalófitas. Forma comunidades monoespecíficas, dentro de sus requerimientos específicos, prefieren la penumbra, calor moderado, con suelos encharcados, que presenten pH básico, exclusiva de los hábitat ricos en nitrógeno. Aparece dispersa por los litorales del hemisferio norte (Menéndez, 2006). Esta especie está usualmente confinada a aguas salobres, donde apenas pueden encontrarse las especies marinas (García-Ríos, 2001). Sin embargo, en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, tal angiosperma se encuentra ampliamente distribuida en las partes oeste, este y sur de la laguna, siendo muy escasa a ausente en la parte norte (Castillo-Rivera, 1995).

Con respecto al comportamiento nictímero de los organismos durante ciclos, la simple periodicidad diaria de salida y puesta del sol, afecta la conducta y actividad de los peces (Helfman, 1993; Zárate-Hernández, 2003). Las poblaciones de peces en estuarios muestran fluctuaciones tanto en ciclos de 24 horas, como durante el año, las cuales son implícitas a sus historias de vida. En este sentido, se pueden reconocer patrones a lo largo del día relacionados con la habilidad de los peces para detectar presas, evadir depredadores, agregarse o reproducirse, los cuales tienden a variar con el ciclo diario de luz-oscuridad, existiendo especies con hábitos típicamente diurnos, nocturnos o crepusculares (Wootton, 1992; Helfman, 1993; Moyle y Cech, 2004; Castillo-Rivera *et al.*, 2005). Esta variabilidad en la actividad nictímera ha sido observada en diferentes tipos de ambientes, tales como los arrecifes coralinos, lagos y zona costera.

Los esciénidos se distribuyen en zonas costeras, estuarinas y de manglar del Golfo de México, Antillas, Mar Caribe y costa Atlántica de América del Sur hasta el Brasil (Torres-Castro *et al.*, 2004). La familia Sciaenidae incluye a los peces llamados comúnmente corvinas, existiendo 270 especies correspondientes a 70 géneros. La mayor parte de ellas características de la

zona nerítica del trópico y subtropico del océano mundial, donde sus representantes frecuentan ambientes muy someros con fondos arenosos o lodosos y habitan, permanente o temporalmente, áreas limnéticas o mixohalinas, es decir, la mayoría de ellas son propias de áreas continentales (Myers, 1960). Las más de doscientas especies mundiales de la familia Sciaenidae, son elementos fundamentales de los ambientes costeros, estuarinos en particular y de las pesquerías, por su abundancia, buenas tallas y calidad apreciada. Las peladas, del género *Cynoscion*, son al menos media docena de especies cuyas tallas se aproximan al metro y son fauna acompañante normal de los camarones. Los géneros *Larimus*, *Menticirrhus*, *Ophioscion*, *Paralichthys*, *Stellifer* y *Umbrina*, incluyen cada uno de tres a ocho especies que no suelen sobrepasar tallas entre 30 y 50 cm, pero que tienen un enorme valor para los pescadores

Los esciénidos se caracterizan por tener una aleta dorsal larga, con una profunda hendidura que separa la espina de la porción suave (raramente separada), primero, de 6-13 espinas y segundo, con una espina y usualmente de 20-35 radios suaves; la aleta anal, con una o dos espinas (ambas son usualmente débiles, pero la segunda puede ser larga) y de 6 a 13 radios suaves; las escamas de la línea lateral se extienden hasta el final de la aleta caudal; la aleta caudal es ligeramente emarginada a redondeada; cabeza con canales cavernosos largos (parte del sistema de la línea lateral); vómer y palatino sin dientes; vejiga natatoria (raramente rudimentaria en los adultos). Usualmente con muchas ramificaciones; otolitos (sagital, al menos) excepcionalmente largos; de 24-30 vertebras (Nelson, 2006).

Área de estudio

La laguna de Pueblo Viejo se encuentra localizada en el estado de Veracruz, México, en el oeste del Golfo de México (Figura 1). Es un estuario superficial con una profundidad media de 1.31 m y un área de 88.7 km². Se ubica en el municipio de Villa Cuauhtémoc, al norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 22°05' y 22°13' latitud norte, y los meridianos 97°50' y 97°57' de longitud oeste. Limita al este con Ciudad Cuauhtémoc, Tampico Alto y Mata de Chávez; por el norte con el río Pánuco, aproximadamente a 10 km de la saliente del río hacia el Golfo de México; por el noroeste se comunica con las lagunetas de Las Piedras y de La Mina; en el este con los poblados Pedernales y Mata Pedernales; y por la parte sudeste recibe al río Tamacuil, formando un gradiente decreciente de salinidad de norte a sur, lo que genera dos subsistemas estuarinos (Castillo-Rivera *et al.*, 1996); un hábitat influenciado por agua dulce con densos lechos de *Ruppia maritima* L. y un hábitat influenciado por agua de mar de substrato blando sin vegetación (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993; Zárate-Hernández, 2003).

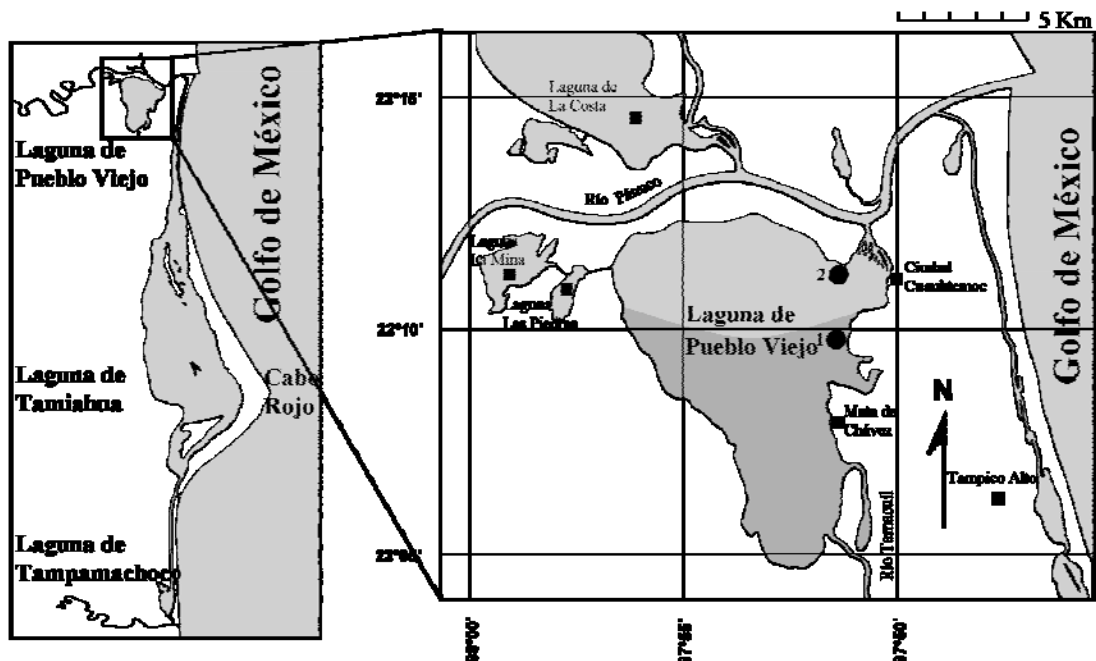


Figura 1. Zona de estudio en donde se ubican las localidades con vegetación sumergida (1) y sin vegetación sumergida (2).

La temperatura media del agua varía de 15°C en Enero a 34°C en Agosto. La salinidad varía entre 0.5‰ en Septiembre y 33‰ en Abril (media mensual anual: 13 ‰), con condiciones mesohalinas generales prevalecientes (Castillo-Rivera y Kobelkowsky, 1993).

En esta laguna, se presentan las cuatro especies características que constituyen los manglares de México que en orden de abundancia son mangle negro (*Avicennia germinans* (L.) L.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn), mangle rojo (*Rizophora mangle* L.) y botoncillo (*Conocarpus erectus* L). Los manglares representan una enorme importancia porque aportan niveles significativos de materia orgánica alóctona, fortaleciendo la ruta trófica detritívora de los estuarios (Castillo-Rivera, 1995).

La flora bentónica de la laguna esta dominada por la angiosperma *Ruppia maritima* L, la cual aunque no es considerada como pasto marino, es una especie eurihalina, común en ambientes con una fuerte oscilación en la salinidad (Castillo-Rivera, 1995; Zárate-Hernández, 2003).

La precipitación media anual oscila entre 12.2mm. en Marzo y 266.5mm. en Septiembre, con dos épocas diferentes: una época húmeda de Junio a Octubre y una época seca, de Noviembre a Mayo. El fitoplancton, clorofila y producción primaria muestran dos pulsos máximos, uno de Marzo a Mayo y otro de Agosto a Octubre, como en la mayoría de las lagunas costeras en esta área geográfica (Contreras, 1995).

JUSTIFICACIÓN

Los estuarios, como ecosistemas, son hábitat de gran importancia por sus características ambientales físicas y químicas, y por su alto potencial de recursos bióticos. De ahí que se destaquen por la alta diversidad de especies, heterogeneidad de hábitat, estrecha relación con el mar y su alta productividad (Ramírez-Villarreal, 1994). Aunque existen estudios sobre sistemas lagunares-estuarinos en México (principalmente en la Laguna de Términos), éstos son escasos para otras áreas, además de que existen muchos aspectos ecológicos que aún no han sido estudiados ampliamente (Zárate-Hernández, 2003). De hecho, para todo el Golfo de México, se dispone sólo de pocos estudios, los cuales carecen de regularidad nictímera y/o estacional. Aún más escasos son los estudios sobre los patrones nictímeros (ciclos de 24 h) de variabilidad en la composición de especies en ecosistemas tropicales (Helfman, 1993; Zárate-Hernández, 2003), a pesar del hecho de que la simple presencia de una especie en un sistema en particular, puede estar principalmente determinada por un patrón de actividad diurno o nocturno (Zárate-Hernández, 2003).

Particularmente los esciénidos representan especies de alto valor comercial, asimismo, se trata de una familia con importancia ecológica debido a su abundancia. A pesar de lo anterior existen pocos estudios sobre estas especies en aguas salobres (Chavance *et al.*, 1984; Castillo-Rivera *et al.*, 1988; Ayala-Pérez *et al.*, 1995; Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez, 1999) y oceánicas mexicanas (Tapia-García *et al.*, 1988a; 1988b; Flores-Coto *et al.*, 1998). Por lo tanto, resulta de gran interés tanto científico como económico el estudio de este grupo, dado que un más amplio conocimiento de la ecología de estos peces ayudará en la explotación racional y el manejo sustentable del recurso.

OBJETIVO

Analizar la variación de los principales patrones de abundancia relativa de las especies dominantes de esciénidos, así como la influencia que ejercen sobre ellos las principales variables ambientales, en la laguna costera de Pueblo Viejo, Veracruz.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir y analizar los patrones de comportamiento espacial de la abundancia relativa de esciénidos dentro de la laguna de Pueblo Viejo.
- Describir y analizar los patrones de comportamiento estacional y nictímero (ciclo de 24 h) de la abundancia relativa de esciénidos en dicho ecosistema.
- Evaluar y analizar la influencia de los factores ambientales, tales como: presencia de vegetación sumergida, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, sobre la abundancia relativa de las especies.

HIPÓTESIS

La abundancia relativa de los peces presenta patrones espaciales, estacionales y nictímeros definidos y/o modulados por la influencia de los factores ambientales bióticos y abióticos.

MÉTODO

El material biológico que se analizó en el presente estudio, forma parte de la Colección del Laboratorio de Peces del Departamento de Biología (DCBS) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Este material biológico fue colectado bimestralmente durante un año (1989-1990), en dos diferentes tipos de hábitat, uno con vegetación sumergida y otro de substrato blando sin vegetación. En cada mes y localidad se tomaron muestras cada dos horas, completando así ciclos de 24 h (12 por localidad/mes), excepto para el hábitat sin vegetación sumergida durante el mes de Noviembre, cuando por problemas de “nortes” se realizaron solo seis colectas, tres durante el día y tres durante la noche, efectuándose en total 138. Para tal objetivo se empleó un chinchorro playero de 30 m de longitud por un metro de profundidad, con una luz de malla de 1 cm. Inmediatamente después de la captura de los organismos, éstos se fijaron en formaldehído al 10%, posteriormente, en el laboratorio fueron lavados con agua y conservados con alcohol etílico al 70%.

Además, en cada colecta se contó con los datos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y precipitación.

Para llevar a cabo la determinación taxonómica de las especies colectadas, se empleó la clave de Chao (1978). A cada especie, se le determinó su abundancia en número y con el auxilio de una balanza OHAUS, con 0.001 g de precisión, se determinó el peso (g).

En cuanto al análisis cuantitativo de la información, se construyeron bases de datos (matriz de recursos) que contienen en las columnas la información de las variables ambientales y de la abundancia de las especies (en número y peso), y en las filas las observaciones por hora, día-noche y mes, de acuerdo a los criterios de Colwel y Futuyama (1971) y Krebs (1999).

Con base en las matrices de datos, se realizaron pruebas de inferencia estadística para comparación de medias, con el fin de analizar los principales

patrones de comportamiento de las variables ambientales y de la abundancia, por hora, día-noche y mes. Inicialmente, se aplicó un análisis de varianza de una vía -F- (ANDEVA), en el caso de que se cumpliera con el supuesto de homoscedasticidad (de acuerdo con una prueba de Levene al 95 %), cuando no resultó de esta manera, se aplicó una transformación logarítmica ($\text{Log}_e(x+1)$) en los casos necesarios, de acuerdo con los criterios de Sokal y Rohlf (1995). Cuando aún después de esta transformación de los datos, no se satisfizo este supuesto, se realizó el equivalente análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis -H- (Siegel y Castellan, 1988; Zar, 1999; Zárata-Hernández, 2003).

Para la evaluación del grado de asociación entre la abundancia y las variables ambientales se aplicaron correlaciones lineales simples y múltiples, utilizando el coeficiente de determinación r^2 , que indica la proporción de la variabilidad de las variables dependientes determinada por la variabilidad de las variables independientes (Sokal y Rohlf, 1995; Zárata-Hernández, 2003). Los supuestos de correlación fueron evaluados por análisis residuales (Chatterjee *et al.*, 2000; Castillo-Rivera *et al.*, 2003) y se aplicaron transformaciones logarítmicas cuando fue necesario (Castillo-Rivera *et al.*, 2003; Zárata-Hernández, 2003).

Finalmente, para evaluar la amplitud del nicho espacial de las especies más abundantes, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ($\sum p_i/n_i \log(p_i/n_i)$) (Begon, *et al.*, 2006).

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SPSS (Statistical Package for Social Sciences , Versión 11, Norušis, 2002)

RESULTADOS

Descripción de los factores ambientales.

El comportamiento general de las principales variables ambientales (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) en la laguna de Pueblo Viejo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables ambientales analizadas en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

Parámetros	\bar{x}	S	Mínimo	Máximo	C. de Variación.
Salinidad	14.11	7.32	0.5	27	0.52
Temperatura	25.07	5.02	15.5	34	0.20
Oxígeno	4.91	1.58	1.44	9.16	0.32

a) Análisis espacial

A nivel espacial se puede observar que tanto la salinidad como el oxígeno disuelto presentaron valores promedio mayores en el hábitat con vegetación sumergida (**CV**), mientras que la temperatura se comportó de manera inversa, siendo mayor en el hábitat sin vegetación (**SV**). De los tres parámetros analizados sólo el oxígeno disuelto mostró diferencias significativas entre los dos tipos de hábitat (Tabla 2).

Tabla 2. Promedios de las variables ambientales consideradas en el presente estudio, para cada uno de los dos hábitats estudiados, incluyendo los resultados de significación estadística.

Parámetros	CV (\bar{x})	SV (\bar{x})	Estadístico	g.l.	P
Salinidad	14.583	13.583	F=0.64	1/136	0.42
Temperatura	24.711	25.455	H= 0.87	1	0.35
Oxígeno	5.479	4.282	H=21.59	1	<0.0001

b) Análisis estacional

Las variables ambientales analizadas presentaron diferencias significativas entre meses (Tabla 3), de tal forma que las máximas concentraciones de salinidad se observaron en los meses de Mayo, Marzo y Enero mientras que en los meses de Septiembre y Julio se registraron las menores (Figura 2). Este patrón estacional se relaciona inversamente con el comportamiento de los promedios mensuales del régimen de precipitación (mm) del área de estudio, los cuales alcanzaron un pulso máximo durante Septiembre y otro pulso importante en Julio, mientras que los valores bajos ocurrieron de Noviembre a Mayo.

Tabla 3. Análisis estadístico estacional de las variables ambientales consideradas en el presente estudio incluyendo sus respectivos niveles de significación.

Parámetros	Estadístico	g.l.	P
Salinidad	H=128.84	5	<0.0001
Temperatura	H=109.74	5	<0.0001
Oxígeno	H= 66.87	5	<0.0001

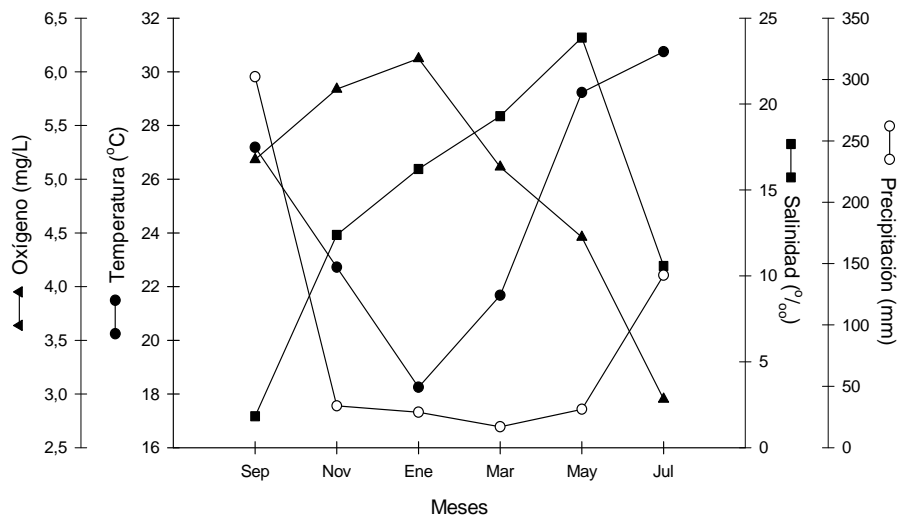


Figura 2. Variación estacional de las variables ambientales salinidad (‰), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y precipitación (mm) durante el ciclo completo de estudio.

Por otro lado las mayores temperaturas se observaron en los meses de Mayo y Julio, y las más bajas durante el mes de Enero, mientras que las concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores de Noviembre a Enero, y bajas de Mayo a Julio (Figura 2).

c) Análisis nictímero

Con respecto al comportamiento nictímero de las variables ambientales, tanto la temperatura, como el oxígeno disuelto presentaron los valores máximos a las 14:00 y 16:00 h, y los mínimos a las 04:00 y 06:00 h; mientras que las concentraciones más altas de salinidad se observaron a las 16:00 y 18:00 h y las más bajas a las 08:00 y 06:00 h (Figura 3). No obstante lo anterior, sólo el oxígeno disuelto presentó diferencias significativas entre horas (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis estadístico nictímero de las variables ambientales consideradas en el presente estudio, incluyendo sus respectivos niveles de significación.

Parámetros	Estadístico	g.l	P
Salinidad	F=0.11	11/126	0.99
Temperatura	F=1.27	11/126	0.25
Oxígeno	F= 1.98	11/126	0.04

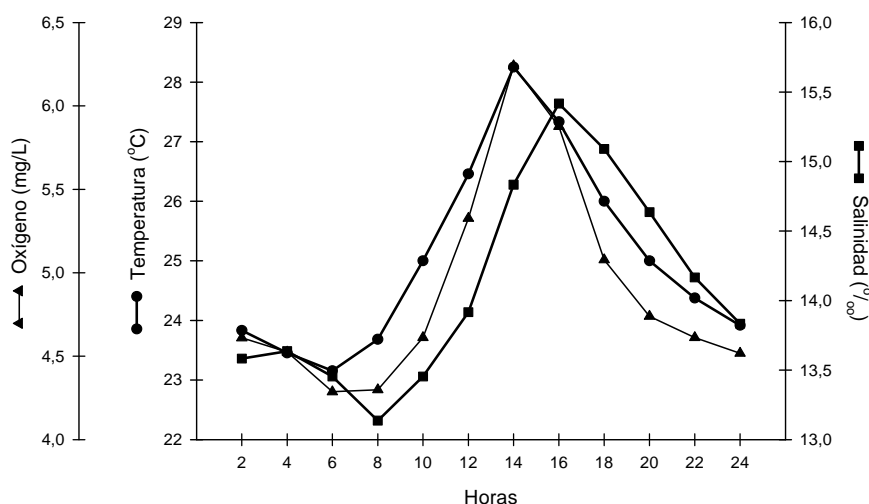


Figura 3. Variación nictímera de las variables ambientales salinidad (‰), temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L) durante el ciclo completo de estudio.

Composición de especies y abundancia

Se registraron un total de cinco géneros correspondientes a ocho especies, de las cuales seis se capturaron en ambos tipos de hábitat (Tabla 5).

Tabla 5. Listado de especies incluyendo autor y año, de los esciénidos capturados en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, durante el período de estudio.

ESPECIE	CV	SV
<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacépède, 1803)	X	X
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	X	X
<i>Cynoscion arenarius</i> Ginsburg, 1930	X	X
<i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier, 1830)	X	
<i>Cynoscion nothus</i> (Holbrook, 1848)		X
<i>Leiostomus xanthurus</i> Lacépède, 1802	X	X
<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)	X	X
<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)	X	X

En total se capturaron 1,913 individuos, con un peso total de 12,454.2 g. De las ocho especies capturadas, las más abundantes fueron *B.chrysoura*, *L. xanthurus* y *M. undulatus*, las cuales representaron el 97.1% en número y el 91.9% en peso, del total de esciénidos capturados (Tabla 6). Debido a lo anterior, en los restantes análisis de inferencia estadística, se consideró sólo a estas tres especies dominantes.

Tabla 6. Abundancia total en número, peso (g) y sus respectivos porcentajes de las especies de esciénidos capturadas en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

ESPECIE	Número	%	Peso (g)	%
<i>B. chrysoura</i>	1,424	74.44	9,179.5	73.71
<i>L. xanthurus</i>	330	17.25	572.75	4.60
<i>M. undulatus</i>	103	5.38	1,696	13.62
<i>C. arenarius</i>	20	1.05	754.06	6.05
<i>B. ronchus</i>	14	0.73	88.37	0.71
<i>C. nebulosus</i>	11	0.58	9.89	0.08
<i>P. cromis</i>	9	0.47	120.26	0.97
<i>C. nothus</i>	2	0.10	33.34	0.27

Los intervalos de temperatura en los que fueron capturadas las tres especies más abundantes (*B. chrysoura*, *L. xanthurus* y *M. undulatus*) fueron muy similares (Tabla 7), mientras que para la salinidad y el oxígeno disuelto sólo *B.chrysoura* y *M. undulatus* presentaron intervalos de tolerancia similares.

En general, *L. xanthurus* fue capturada en intervalos de variabilidad de los factores ambientales más estrechos, que las otras dos especies.

Tabla 7. Valores mínimos y máximos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en los que fueron capturadas las especies más abundantes de esciéndidos en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

ESPECIE	Temperatura		Salinidad		Oxígeno	
	Min.	Max.	Min.	Máx.	Min.	Max.
<i>B. chrysourea</i>	15.5	34	0.5	27	1.44	9.16
<i>L. xanthurus</i>	16.00	30	12.50	24	3.09	9.02
<i>M. undulatus</i>	15.50	30	0.5	27	1.90	9.02

a) Análisis espacial

A nivel espacial, del total de individuos capturados, 1,086 con un peso de 6,534.3 g correspondieron al hábitat con vegetación sumergida y 827 individuos con un peso de 5,919.8 g correspondieron al hábitat sin vegetación (Tabla 8). Asimismo, se observó que el promedio tanto en número ($\bar{x}_{cv}=12.00$; $\bar{x}_{sv}=8.50$), como en peso ($\bar{x}_{cv}=70.18$; $\bar{x}_{sv}=63.43$) de *B. chrysourea* fue mayor en el hábitat con vegetación sumergida (**CV**); mientras que para *M. undulatus* los promedios en número ($\bar{x}_{cv} = 0.29$; $\bar{x}_{sv}=1.24$) y en peso ($\bar{x}_{cv} = 9.21$; $\bar{x}_{sv}=15.65$), fueron mayores en el hábitat sin este tipo de vegetación (**SV**). Finalmente para *L. xanthurus* se observó que el promedio en número ($\bar{x}_{cv} =2.36$; $\bar{x}_{sv}=2.42$) fue mayor en el hábitat sin vegetación sumergida, mientras que el peso ($\bar{x}_{cv}=7.09$; $\bar{x}_{sv}=0.95$) presentó un patrón inverso.

No obstante los patrones anteriores, sólo *L. xanthurus* y *M. undulatus*, tanto en número como en peso mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de hábitat (Tabla 9).

Tabla 8. Abundancia en número y peso (g) de las especies de esciéndidos capturadas en cada uno de los dos tipos de hábitat analizados, en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.

ESPECIE	CV	SV
---------	----	----

	Número	Peso (g)	Número	Peso (g)
<i>B. chrysourea</i>	864	5053.3	560	4126.2
<i>L. xanthurus</i>	170	510.1	160	62.6
<i>M. undulatus</i>	21	663.2	82	1032.8
<i>C. arenarius</i>	8	211.1	12	543.0
<i>B. ronchus</i>	7	38.0	7	50.3
<i>C. nebulosus</i>	11	9.9	0	0.0
<i>P. cromis</i>	5	48.7	4	71.6
<i>C. nothus</i>	0	0.0	2	33.3

Tabla 9. Análisis estadístico espacial de la abundancia de las especies dominantes de esciéndidos, incluyendo sus respectivos niveles de significación.

Especie	Número			Peso		
	Estadístico	g.l	P	Estadístico	g.l	P
<i>B. chrysourea</i>	H=1.54	1	0.21	H=2.31	1	0.130
<i>L. xanthurus</i>	H=4.91	1	0.03	H=5.64	1	0.020
<i>M. undulatus</i>	H=16.25	1	<0.001	H=13.29	1	0.001

b) Análisis estacional

A nivel estacional, la abundancia promedio tanto en número como en peso de *B. chrysourea*, *M. undulatus* y *L. xanthurus* varió significativamente entre meses (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis estadístico estacional de la abundancia de las tres especies de esciéndidos dominantes, incluyendo sus respectivos niveles de significación.

Especie	Número			Peso		
	Estadístico	g.l	P	Estadístico	g.l	P
<i>B. chrysourea</i>	H=61.01	5	<0.0001	H=52.46	5	<0.0001
<i>L. xanthurus</i>	H=74.43	5	<0.0001	H=68.65	5	<0.0001
<i>M. undulatus</i>	H=35.09	5	<0.0001	H=34.31	5	<0.0001

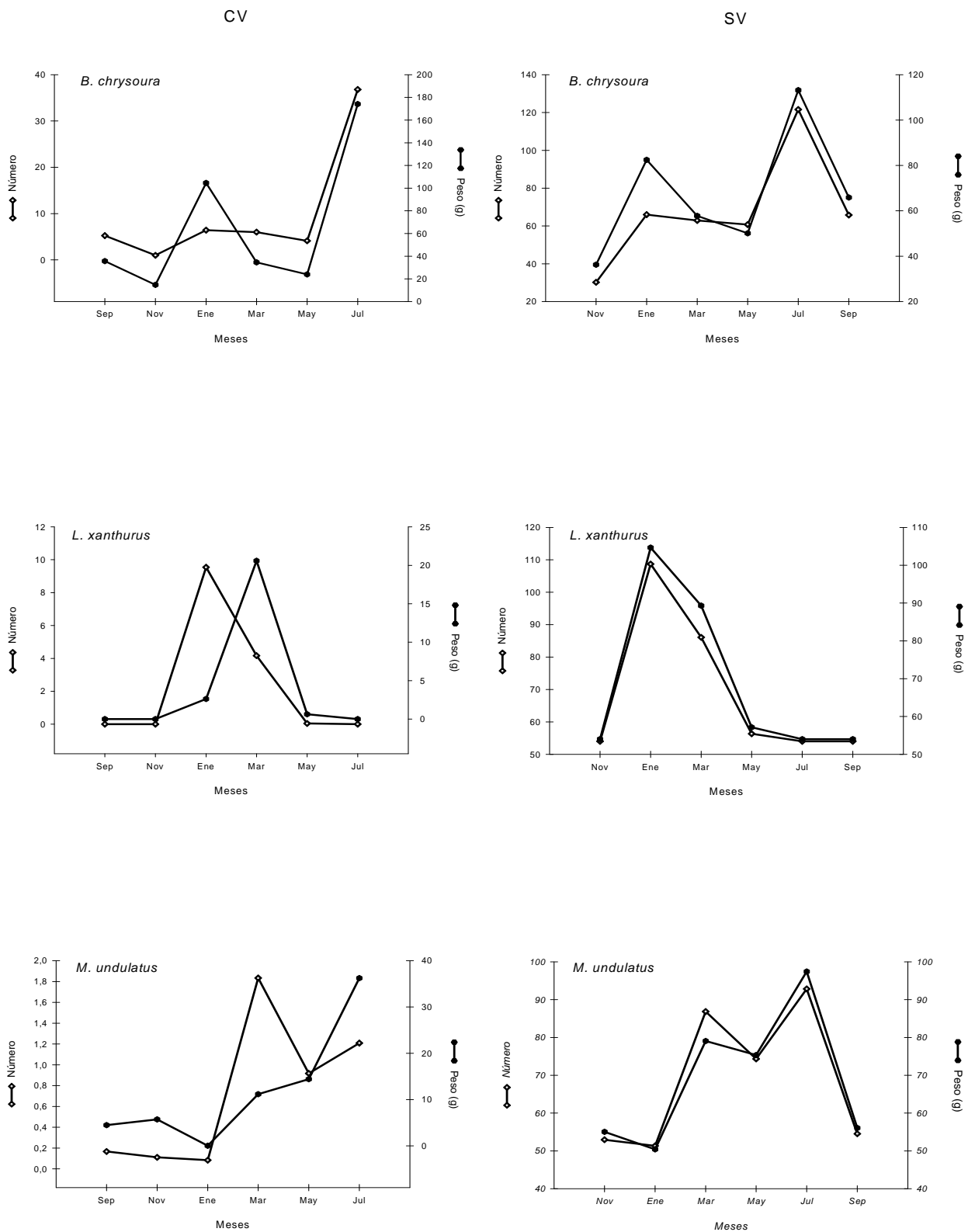


Figura 4. Variación estacional de la abundancia en número y peso (g) de las tres especies de esciéndidos más abundantes, para cada uno de los hábitat. *Bairdiella chrysoura* mostró un pulso de máxima abundancia en Julio y otro en Enero, con la menor abundancia durante Noviembre (Figura 4).

Similarmente, *M. undulatus* también presentó dos pulsos de máxima abundancia, pero en este caso durante Julio y Marzo, mientras que *L. xanthurus* mostró un sólo pulso en Enero, el cual se sostiene, aunque en menor grado hasta Marzo. El resto del año, esta especie no fue capturada, con la excepción de un individuo en Mayo. Los patrones estacionales de estas tres especies fueron muy similares en los dos hábitat. Asimismo, para las tres especies existió una alta correspondencia en los patrones mensuales entre número y el peso.

c) Análisis nictímero

Con respecto al comportamiento nictímero de la abundancia tanto en número como en peso de *B. chrysourea*, en el hábitat con vegetación sumergida, se observó que en los meses de Noviembre, Enero y Marzo, los pulsos importantes se presentaron en horas de penumbra y oscuridad (amanecer, 06:00-08:00 h; anochecer, 18:00-20:00 h; y noche, 22:00-04:00 h) (Figura 5), mientras que en Septiembre, Mayo y Julio, además de los pulsos al amanecer (06:00 h), se observaron pulsos importantes durante el día (10:00 h y 14:00 h) (Figura 5). A pesar de lo anterior sólo Septiembre y Noviembre presentaron diferencias significativas entre día y noche, el primero en número y peso ($F=10.75$, $g.l=1/10$, $P=0.0083$; $F=10.06$, $g.l=1/10$, $P=0.0099$), y el segundo sólo en peso ($H=5.0786$, $g.l=1$, $P=0.0024$) (Figura 5).

Para el hábitat sin vegetación, aunque existieron eventuales pulsos durante el día, principalmente en Enero (12:00-14:00 h), en los demás meses el comportamiento de la abundancia fue típicamente nocturno, observándose pulsos importantes en horas de penumbra y oscuridad (amanecer, 06:00-08:00 h; anochecer, 18:00-20:00 h; y noche 22:00-04:00 h) (Figura 6), presentando diferencias significativas entre día y noche tanto en número como en peso en Noviembre, Marzo y Mayo ($P's < 0.04$), mientras que en Enero y Septiembre sólo la abundancia en peso varió significativamente entre estos dos períodos ($P's < 0.03$).

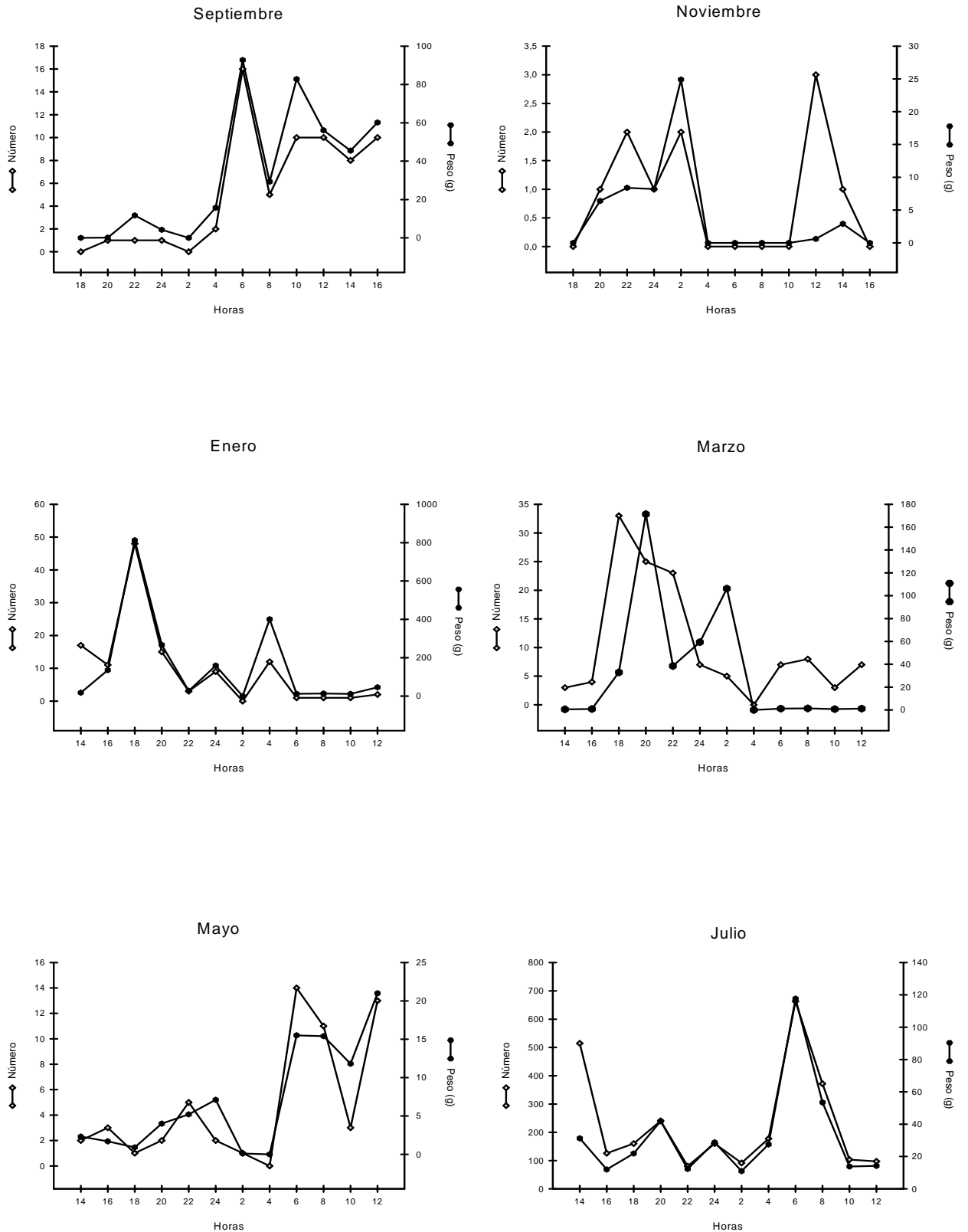


Figura 5. Variación nictímera de la abundancia en número y peso (g) de *B. chrysoura*, en cada uno de los ciclos de 24 h en que la especie fue capturada, en el hábitat con vegetación sumergida.

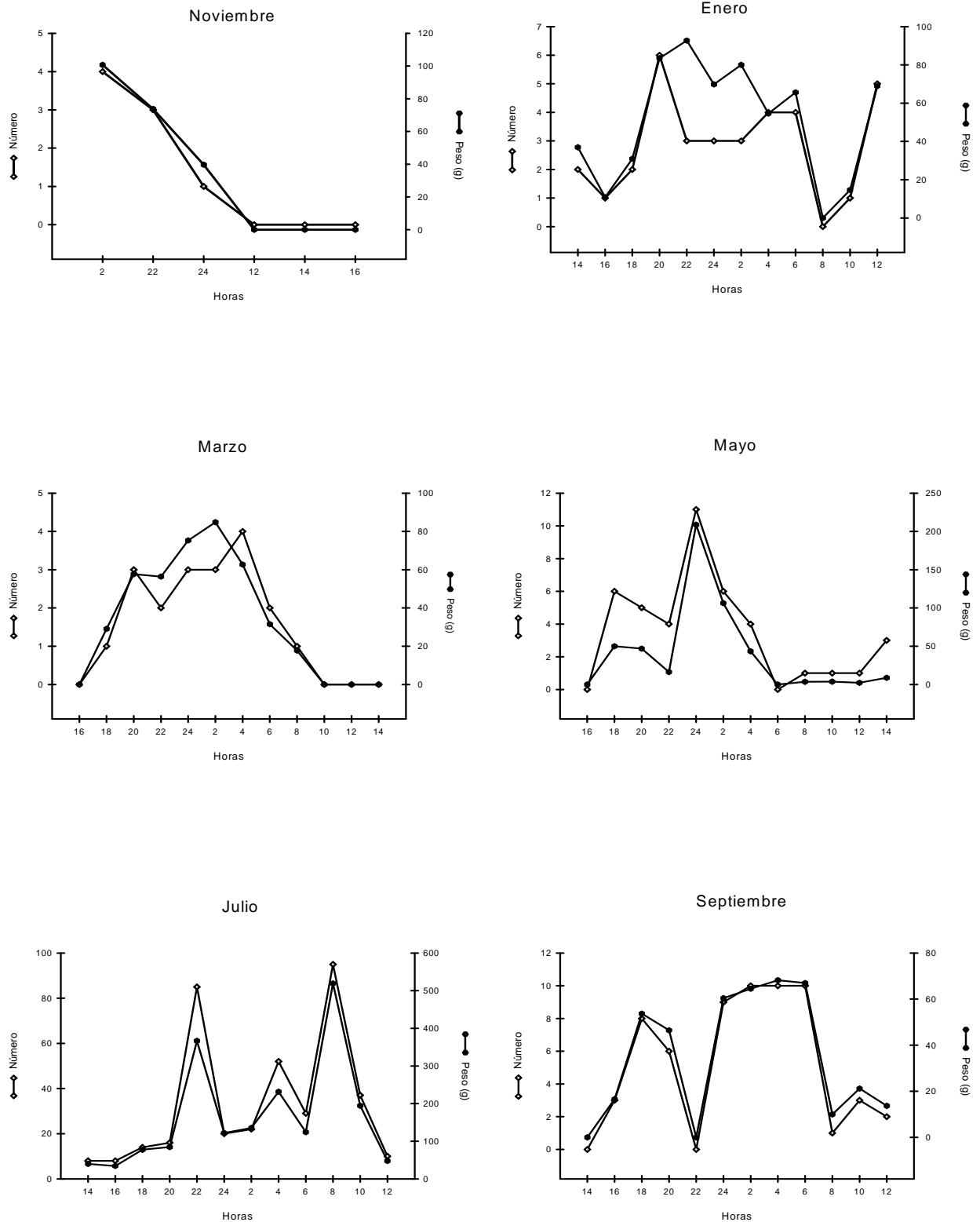


Figura 6. Variación nictímera de la abundancia en número y peso (g) de *B. chrysoura*, en cada uno de los ciclos de 24 h en que la especie fue capturada, en el hábitat sin vegetación.

En relación al comportamiento nictímero de la abundancia de *L. xanturus*, en el hábitat con vegetación, debido a su variabilidad estacional, se

capturaron individuos sólo en los ciclos de 24 h de Enero y Marzo. Así, se observó para el mes de Enero, pulsos importantes tanto en número como en peso durante el día (10:00 h y 16:00 h) (Figura 7), pero para el mes de Marzo se presentaron pulsos al anochecer (18:00 h) y en la noche (22:00 h) (Figura 7), mostrando diferencias significativas entre día y noche, únicamente la abundancia en número del mes de Marzo ($H=4.1353$, $g.l=1$, $P=0.0419$).

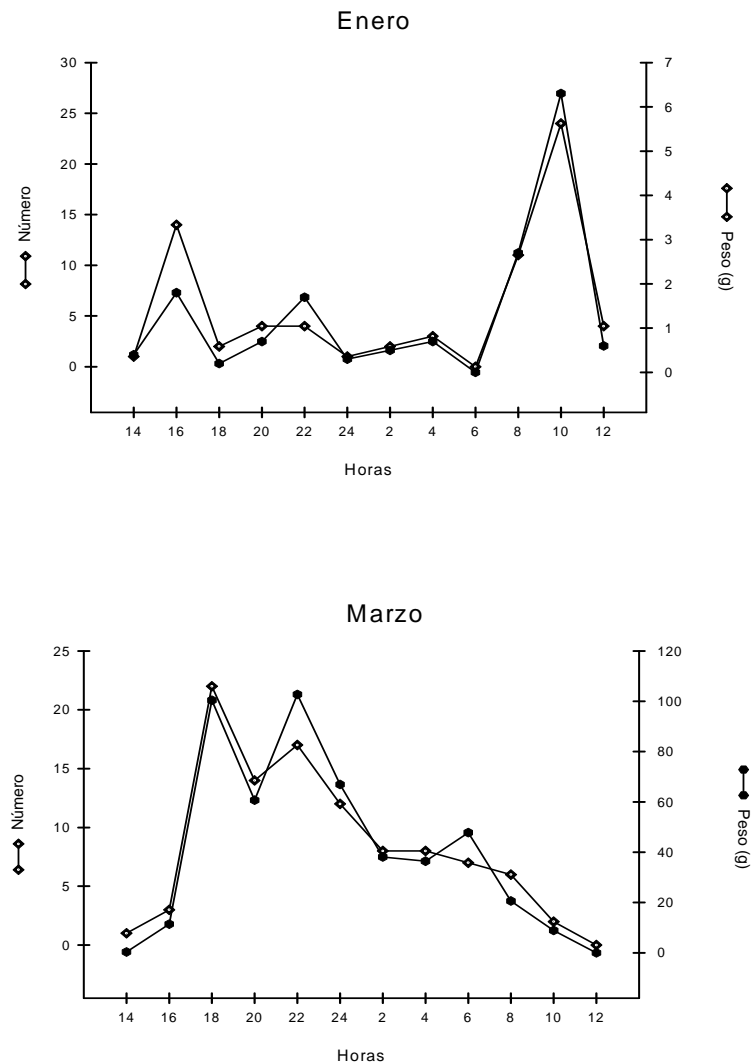


Figura 7. Variación nictímera de la abundancia en número y peso (g) de *L. xanthurus*, en cada uno de los ciclos de 24 h en que la especie fue capturada, en el hábitat con vegetación sumergida.

En el hábitat sin vegetación, en el mes de Enero se observaron pulsos durante el día (08:00 a 10:00 h) y al anochecer (18:00 h) (Figura 8), existiendo diferencias significativas entre día y noche, tanto en número como en peso ($H=5.365$, $g.l=1$, $P=0.0206$; $H=5.365$, $g.l=1$, $P=0.0206$). En los otros meses no

fueron capturados individuos, excepto en Mayo con un sólo individuo más a las 22:00 h.

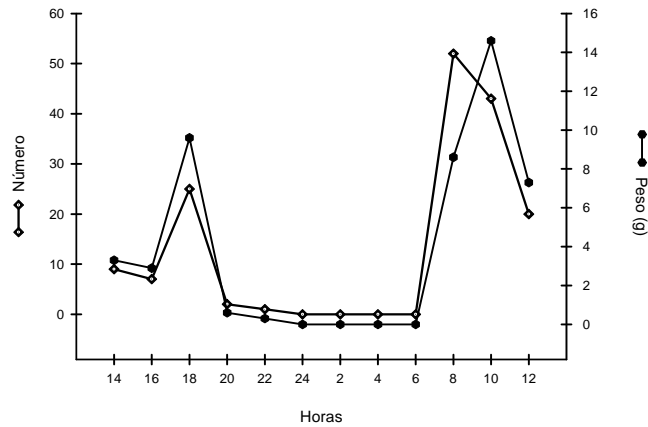


Figura 8. Variación nictímera de la abundancia en número y peso (g) de *L. xanthurus*, durante el ciclo de 24 h de Enero en el hábitat sin vegetación sumergida.

Con respecto al comportamiento nictímero de la abundancia, tanto en número como en peso de *M. undulatus* en el hábitat con vegetación, no se capturaron individuos en los ciclos de 24 h de Enero y Noviembre, mientras que se capturó un solo individuo en Septiembre (04:00 h) y otro más en Mayo (14:00 h). En Marzo y Julio se observaron pulsos importantes durante horas de penumbra (amanecer, 06:00-08:00 h; anochecer, 18:00-20:00 h) y oscuridad (noche, 22:00- 04:00 h) (Figura 9).

En el hábitat sin vegetación se capturaron individuos en la mayoría de los meses, durante las horas de penumbra y oscuridad (amanecer, 06:00 h; anochecer, 18:00-20:00 h; y noche 24:00-4:00 h) (Figura 10). A pesar de lo anterior solamente la abundancia en número del mes de Mayo presentó diferencias significativas ($H=3.866$, $g.l=1$, $P=0.0492$) entre día y noche.

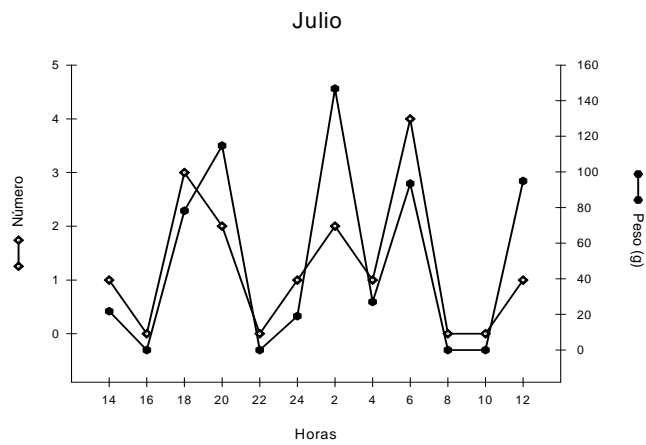
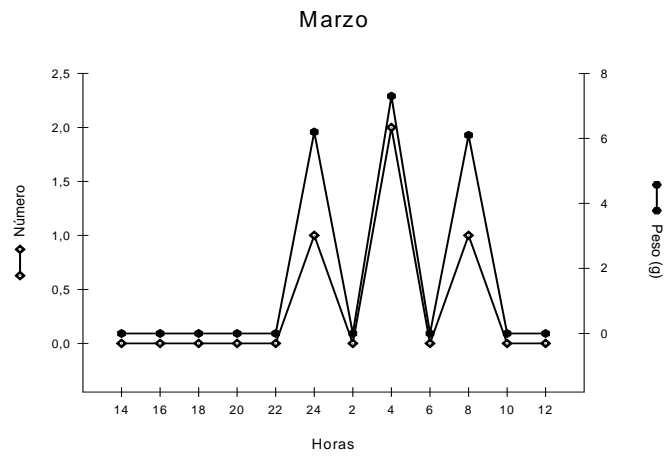


Figura 9. Variación nictémera de la abundancia en número y peso (g) de *M. undulatus*, en los ciclos de 24 h de Marzo y Julio, en el hábitat con vegetación sumergida.

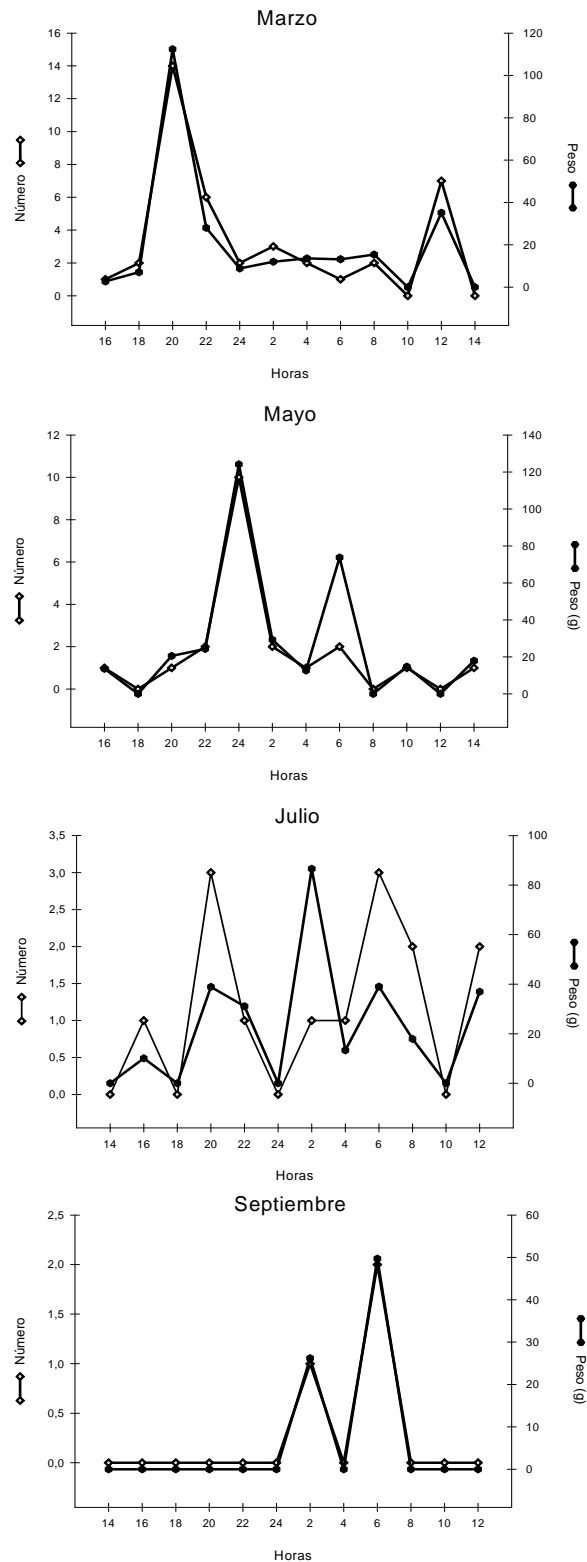


Figura 10. Variación nictímera de la abundancia en número y peso (g) de *M. undulatus* en cada uno de los ciclos de 24 h en que la especie fue capturada en el hábitat sin vegetación sumergida.

Influencia directa de los principales factores ambientales

Para el hábitat con vegetación (Tabla 11), la abundancia en número de *B. chrysourea* se correlacionó significativamente con la temperatura (de manera directa) y con el oxígeno (de manera inversa), mientras que la abundancia en peso sólo se correlacionó con el oxígeno, también de manera inversa. En el hábitat sin vegetación, la abundancia en número se correlacionó con las tres variables ambientales analizadas, con la temperatura de manera directa, mientras que con las otras dos de manera inversa, mientras que la abundancia en peso sólo se correlacionó con el oxígeno, de manera inversa (Tabla 11).

Tabla 11. Correlaciones de Spearman ($r_{(s)}$) y nivel de significación (P) de la abundancia en número y peso de *B. chrysourea* con las diferentes variables ambientales, en el hábitat con vegetación sumergida (n=72) y en el hábitat sin vegetación (n=65).

	CV			SV		
	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Temperatura	Salinidad	Oxígeno
Número						
$r_{(s)}$	0.373	-0.015	-0.322	0.360	-0.323	-0.449
P	0.001	0.904	0.006	0.003	0.008	<0.0001
Peso						
$r_{(s)}$	0.199	-0.166	-0.260	0.013	-0.236	-0.334
P	0.093	0.162	0.027	0.918	0.059	0.007

En la localidad con vegetación, la abundancia en número y en peso de *L. xanthurus* se correlacionaron significativamente con la temperatura (de manera inversa), y con la salinidad y el oxígeno disuelto (de manera directa) (Tabla 12). En la localidad sin vegetación, la abundancia en número y peso se correlacionaron significativamente con la temperatura (de manera inversa) y con el oxígeno (de manera directa).

Tabla 12. Correlaciones de Spearman ($r_{(s)}$) y nivel de significación (P) de la abundancia en número y peso de *L. xanthurus* con las diferentes variables ambientales, en el hábitat con vegetación sumergida (n=72) y en el hábitat sin vegetación (n=66).

	CV			SV		
	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Temperatura	Salinidad	Oxígeno

Número						
$r_{(s)}$	-0.554	0.401	0.267	-0.430	0.145	0.368
P	<0.0001	<0.0001	0.023	<0.0001	0.246	0.002
Peso						
$r_{(s)}$	-0.540	0.410	0.260	-0.407	0.160	0.343
P	<0.0001	<0.0001	0.027	0.001	0.200	0.005

En cuanto a *M. undulatus*, en el hábitat con vegetación sumergida la abundancia en número y peso de esta especie, se correlacionaron significativamente, de forma directa con la temperatura y de manera inversa con el oxígeno, mientras que en el hábitat sin este tipo de vegetación, la abundancia en número y peso se correlacionaron significativamente con la salinidad (de manera directa) y con el oxígeno (de manera inversa; Tabla 13).

Tabla 13. Correlaciones de Spearman ($r_{(s)}$) y nivel de significación (P) de la abundancia en número y peso de *M. undulatus* con las diferentes variables ambientales, en el hábitat con vegetación sumergida (n=72) y en el hábitat sin vegetación (n=66).

	CV			SV		
	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Temperatura	Salinidad	Oxígeno
Número						
$r_{(s)}$	0.302	-0.153	-0.323	0.009	0.348	-0.508
P	0.010	0.199	0.006	0.945	0.004	<0.0001
Peso						
$r_{(s)}$	0.328	-0.178	-0.336	0.126	0.258	-0.506
P	0.005	0.135	0.004	0.313	0.036	<0.0001

Con respecto a la amplitud de nicho espacial (Shannon-Wiener), se observó que este fue mayor para *B. chrysoura* (1.731), seguido por el de *M. undulatus* (1.502) y el de *L. xanthurus* (1.268).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Comportamiento de las variables ambientales

El comportamiento de las variables ambientales en el presente estudio (Tabla 1), fue similar a lo señalado por Castillo-Rivera y Kobelkowsky (1993) y Zárate-Hernández (2003), quienes determinan que el sistema exhibe una condición típicamente tropical con características mesohalinas.

a) Análisis espacial

A nivel espacial la salinidad y el oxígeno disuelto presentaron valores promedio mayores en el hábitat con vegetación sumergida, mientras que el valor promedio de temperatura fue mayor en el hábitat sin vegetación. No obstante lo anterior, sólo el oxígeno mostró diferencias significativas entre los dos tipos de hábitat (Tabla 2), siendo mayor en el hábitat con vegetación, lo cual se debe a la actividad fotosintética de los densos lechos de *Ruppia maritima*. Así, se puede considerar que a nivel espacial, las condiciones de temperatura y salinidad son relativamente homogéneas dentro del sistema.

b) Análisis estacional

Estacionalmente se observaron fuertes oscilaciones en el comportamiento mensual de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto dentro del sistema (Figura 2), mostrando estas variables ambientales diferencias significativas entre meses ($P's < 0.0001$; Tabla 3).

En el caso de la salinidad, los pulsos de máxima concentración se registraron en Enero, Marzo y Mayo, mientras que los valores mínimos durante Julio y Septiembre (Figura 2). Tales concentraciones se encuentran estrechamente relacionadas con la estacionalidad del área de estudio, es decir,

las mayores concentraciones se registran en la época de secas, debido a que durante este período la evaporación predomina y su efecto es particularmente pronunciado en lagunas someras (como es el caso de la laguna de Pueblo Viejo), provocando un aumento en la salinidad (Mee, 1978; Mandelli, 1981). Además, durante ésta época, la evaporación en las lagunas costeras causa una intrusión de agua marina que se mueve a través de la zona del estero a una velocidad mayor a 1 km/día, resultando en una mayor concentración de salinidad (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b). En este sentido, el patrón estacional de la salinidad se relacionó inversamente con la precipitación, presentando la menor salinidad durante los meses de lluvias más intensas.

Con respecto a la temperatura, ésta presenta su pulso máximo durante Mayo-Julio, correspondiente con el final de la época de secas y principio de la de lluvias y con los períodos más calurosos del año. En cuanto a la temperatura mínima, ésta se registró durante el invierno (Enero).

En relación con el oxígeno disuelto, las bajas concentraciones durante Mayo-Julio, probablemente se relacionen con el hecho de que, con el inicio de la época de lluvias, aumenta el flujo de agua dulce proveniente de los ríos hacia la laguna. El agua dulce aporta diferentes tipos de materia orgánica alóctona (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b), lo cual genera una demanda excesiva del oxígeno disponible en el agua y así, disminuye la concentración de éste. Asimismo, las variaciones mensuales del oxígeno disuelto parecen estar influenciadas de manera inversa, por el patrón estacional de la temperatura (Figura 2).

Por tanto, las diferencias en el comportamiento estacional de las variables ambientales, básicamente se deben al régimen de precipitación y a las características meteorológicas de la región, como se ha observado en otros estudios para este mismo sistema (Castillo-Rivera *et al.*, 2002; Castillo-Rivera *et al.*, 2003).

c) Análisis nictímero

A diferencia del patrón estacional, no se observaron diferencias significativas entre horas en la variabilidad nictímera de la temperatura y salinidad (Tabla 4). Este hecho no es un exclusivo de la laguna de Pueblo Viejo, ya que en estudios realizados en la Laguna de Términos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b), se observó que el comportamiento general de la salinidad durante un ciclo nictímero muestra sólo pequeñas variaciones y éstas se atribuyen al flujo de la marea.

A pesar de que la temperatura no mostró diferencias significativas entre horas, existió un patrón nictímero relacionado con la hora del día, de tal manera que los valores mínimos se presentan durante las horas de oscuridad (20:00 a 04:00 h), con la temperatura más baja al amanecer (06:00 h), mientras que las temperaturas más altas se alcanzan cuando la insolación y sus efectos son mayores (12:00 a 18:00 h; Figura 3).

Al contrario de la salinidad y temperatura, la concentración de oxígeno mostró diferencias significativas entre horas (Tabla 4), con pulsos máximos entre las 14:00 y 16:00 h, y los mínimos se registraron entre las 04:00 y 06:00 h (Figura 3). Los niveles de oxígeno pueden disminuir como resultado de la respiración nocturna de los organismos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b) y la obvia falta de producción de oxígeno vía fotosíntesis del fitoplancton y de las macrofitas (como en el presente caso la angiosperma *Ruppia maritima*).

Composición de especies y abundancia

Las ocho especies de esciéndidos reportadas en el presente estudio (Tabla 5), reflejan que la familia Sciaenidae es en términos de número de

especies, la más rica en la laguna de Pueblo Viejo (Castillo-Rivera y Zárate, 2001; Castillo-Rivera *et al.*, 2002; 2003; 2005) y en general en las lagunas costeras del país, correspondientes al Golfo de México (Reséndez-Medina y Kobelkowsky, 1991). A pesar de lo anterior, sólo tres especies (*B. chrysourea*, *L. xanthurus* y *M. undulatus*) constituyeron el 97.1% en número y 91.9% en peso del total de esciénidos capturados (Tabla 6). En este sentido Ortiz-Burgos (2005) y Zárate-Hernández (2003) han reportado a *B. chrysourea* como una especie dominante en la laguna de Pueblo Viejo.

En general, las especies dominantes presentaron las mismas tolerancias a la temperatura y oxígeno disuelto. En lo que se refiere a la salinidad, *B. chrysourea* y *M. undulatus* mostraron intervalos similares, así como amplios, lo que puede indicar que ambas especies comparten la fisiología necesaria para soportar un intervalo de variación tan amplio. De hecho, el grado de adaptación que presentan las ubica dentro de la clasificación de especies eurihalinas (Ayala-Pérez *et al.*, 1995). Por el contrario, esta condición presentó un intervalo más pequeño de variabilidad para *L. xanthurus* (Tabla 7).

a) Análisis espacial

A nivel espacial, se observó que en general los esciénidos tendieron a ser más abundantes y presentar mayor peso en el hábitat con vegetación sumergida, aunque a nivel específico (Tabla 8), cuatro especies fueron más abundantes en este hábitat (*B. chrysourea*, *L. xanthurus*, *C. nebulosus* - exclusivamente capturada en este ambiente- y *P. cromis*), tres en el hábitat sin vegetación (*M. undulatus*, *C. arenarius* y *C. nothus* -exclusiva para este hábitat-) y una especie fue capturada en número igual para ambos ambientes (*B. ronchus*).

En relación con la abundancia promedio de las especies dominantes, en diversos estudios realizados, se ha observado que *B. chrysourea* presenta mayor abundancia en subsistemas caracterizados por la presencia de extensas áreas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*), en interacción con manglares

(*Rhizophora mangle*) (Vargas-Maldonado *et al.*, 1981; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b). Esta información sugiere que *B. chryoura* tiene preferencias por hábitats con vegetación. Sin embargo, en el presente estudio, aunque hubo una mayor cantidad de organismos capturados en el hábitat con vegetación sumergida y el peso registrado fue mayor (Tabla 8), se encontró que no existen diferencias significativas entre hábitat (Tabla 9), lo cual probablemente se deba a que los organismos en la laguna de Pueblo Viejo se encuentren distribuidos en ambos hábitats indistintamente.

Asimismo, en el hábitat con vegetación los individuos de esta especie fueron proporcionalmente menos pesados (más pequeños: $\bar{x}_{cv}=6.01\text{cm}$) probablemente debido a que en este ambiente predominen organismos juveniles alimentándose y protegiéndose de los depredadores, mientras que en el hábitat sin vegetación, se encuentren organismos adultos ($\bar{x}_{sv}=7.24\text{cm}$) que pueden evadir mejor a los depredadores. De hecho, se sabe que los ambientes con vegetación sumergida son usados por los peces como áreas de crecimiento, alimentación y protección (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b), ya que a menudo, la eficiencia del depredador se encuentra correlacionada con la complejidad de las macrofitas (Coen, *et al.*, 1981; Stoner, 1982; Stoner y Lewis, 1985; Ryer, 1988; Heck y Crowder, 1991; Rooker *et al.*, 1998). Conforme la complejidad aumenta, la visibilidad de la presa disminuye y los movimientos de los depredadores se restringen, resultando en una menor eficiencia por parte del depredador (Stoner, 1980; Savino y Stein 1989; Rooker *et al.*, 1998).

..

Por el contrario, los promedios de abundancia en número y peso de *M. undulatus* fueron significativamente mayores en el hábitat sin vegetación (Tabla 9), lo cual implica que esta especie si muestra una preferencia por los ambientes de sustrato blando sin vegetación, donde además los organismos fueron proporcionalmente menos pesados (más pequeños: $\bar{x}_{sv}= 8.21\text{cm}$).

Finalmente, para *L. xanthurus* se observó que el promedio de abundancia en número fue significativamente mayor en el hábitat sin vegetación sumergida, pero el peso fue significativamente mayor en el ambiente con vegetación (Tabla 9). Así, los individuos grandes y pequeños de esta especie, muestran una segregación entre los dos tipos de hábitat, siendo

más comunes los pequeños ($\bar{x}_{sv}=2.43\text{cm}$) en el ambiente de sustrato blando sin vegetación.

A pesar que se ha señalado, que en zonas con vegetación la abundancia de peces pequeños es significativamente mayor a la que se presenta en áreas sin vegetación (Böstrom y Bonsdorff, 2000), en el presente estudio *L. xanthurus* y *M. undulatus* mostraron un patrón inverso.

La estructura del hábitat y principalmente la presencia o ausencia de vegetación sumergida es uno de los factores que se ha considerado como fundamental en la variación en la abundancia de peces estuarinos, ya que la presencia de vegetación sumergida incrementa el número de posibles hábitat, así como las fuentes de alimento (Contreras, 1993; Lee *et al.*, 2001; Valentine *et al.*, 2002).

b) Análisis estacional

A nivel estacional, la abundancia promedio tanto en número como en peso de *B. chrysoura*, *M. undulatus* y *L. xanthurus* varió significativamente entre meses (Tabla 10). El patrón de abundancia de los esciénidos más importantes, mostró una sucesión estacional de especies, con pulsos máximos en los meses de Enero, Marzo y Julio (Figura 4). Estos pulsos coinciden con los reportados en el sistema para la abundancia total de peces, durante Septiembre-Julio y Enero-Marzo, tanto en el hábitat sin vegetación (Zárate-Hernández, 2003), como en el hábitat con densos lechos de *Ruppia maritima* (Ortiz-Burgos, 2005)

El pulso de abundancia durante el mes de Julio de *B. chrysoura* y *M. undulatus* (Figura 4), puede estar relacionado con las lluvias, ya que estas estimulan los mecanismos de producción del sistema, a través de un incremento significativo de los nutrimentos, debido a la máxima descarga de los ríos (Yáñez-Arancibia y Day, 1982; Day *et al.*, 1982; Yáñez-Arancibia *et al.*,

1988a). De esta manera, un gran número de peces juveniles inmigran a la laguna aprovechando la estación de mayor productividad.

En Laguna de Términos, Yáñez-Arancibia *et al.*, (1985b) reportaron a *B. chrysourea* como una especie que es capturada principalmente durante la época de lluvias (Julio-Septiembre) y de nortes (Diciembre-Febrero), mientras que en la época de temporada secas, este esciénido está poco representado e incluso no fue capturado en algunos meses de esta época, lo que indica un comportamiento bien establecido por parte de la especie en diferentes ecosistemas estuarinos del Golfo de México.

El segundo pulso, tanto en número como en peso de *M. undulatus* durante el mes de Marzo (Figura 4), puede ser debido a que en este período el aumento en la abundancia de peces, coincide con un aumento en el número de células fitoplanctónicas y en la producción primaria (De la Lanza y Cantú, 1986; Contreras, 1995), por lo que un aumento en la disponibilidad de alimento favorecido por éste fenómeno, puede explicar el incremento en la abundancia de esta especie.

Los pulsos de abundancia de *L. xanthurus*, predominantemente durante el mes de Enero, pueden estar relacionados con la característica de ésta como especie templado-cálida, utilizando el sistema preferentemente durante la época fría. De hecho, Livingston (1985) en estuarios del norte del Golfo de México, reporta a *L. xanthurus* como una especie abundante durante los meses invernales.

Esta sucesión estacional de las especies más abundantes de esciénidos, permite un idóneo reparto de recursos y atenúa la potencial competencia interespecífica, maximizando el uso de la laguna de Pueblo Viejo, como zona de alimentación, crianza y protección (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988b).

c) Análisis nictímero

En general, el patrón nictímero de la abundancia en número fue bastante similar al del peso para cada una de las tres especies más abundantes de

esciéndidos (Figuras 5-10). Los pulsos nictímeros de la abundancia de esciéndidos en la laguna de Pueblo Viejo, puede reflejar actividades relacionadas con la alimentación y protección (evasión de depredadores) de los individuos a lo largo del día (Helfman, 1993).

El comportamiento de *B. chrysourea* en el ambiente con vegetación sumergida tendió a presentar pulsos de abundancia importantes en el día, durante los meses cálidos (Septiembre, Mayo y Julio), mientras que en los meses más fríos (Noviembre, Enero y Marzo), la abundancia en número y peso tendió a ser mayor durante las horas de penumbra y oscuridad (18:00 a 06:00 h; Figura 5). No obstante lo anterior, sólo en Septiembre y Noviembre se presentaron diferencias significativas entre los valores promedio del día y la noche. Por el contrario, el patrón nictímero de la abundancia de esta especie en el ambiente sin vegetación sumergida (Figura 6), mostró regularmente en cada uno de los seis ciclos de 24 h analizados, mayores valores durante las horas de penumbra y noche, y en cinco ciclos, los promedios nocturnos fueron significativamente mayores a los diurnos. Contrario a este patrón, Yáñez-Arancibia *et al.* (1985b) en la Laguna de Términos, capturaron a esta especie, principalmente durante el día, tanto en la época de secas como en la de lluvias.

En este sentido, en el presente estudio, *B. chrysourea* presentó un patrón estrictamente nocturno en el ambiente sin vegetación, el cual varió en sólo tres meses (con pulsos diurnos de abundancia) en el hábitat con vegetación. Este patrón puede estar relacionado con estrategias de la especie para evitar la depredación. Así, en el hábitat sin vegetación, con menor heterogeneidad ambiental y con menos disponibilidad de refugios, *B. chrysourea* es más abundante durante la noche, reduciendo la oscuridad la posibilidad de ser detectado por sus depredadores potenciales. Por el contrario, los lechos de *R. maritima* confieren un ambiente con mayor heterogeneidad y disponibilidad de refugio, lo que le permite a las especie utilizar este hábitat como zona de protección, pudiendo extender sus actividades a horas del día.

Similarmente, aunque de manera más regular, *M. undulatus* mostró pulsos importantes durante horas de penumbra y oscuridad (amanecer,

anochecer y noche), y sólo eventuales pulsos durante el día (Figuras 9 y 10). De hecho, varios autores han señalado para diferentes comunidades de peces, que durante las horas de penumbra (amanecer y anochecer), existen importantes pulsos de actividad de las especies (Lubbers *et al.*, 1990; Helfman, 1993; Zárate-Hernández, 2003). De la misma manera que *B. chrysoura*, esta especie puede reflejar con este comportamiento principalmente nocturno, una estrategia para evadir depredación, sobre todo si se considera sus preferencias espaciales por el ambiente sin vegetación.

A diferencia de *B. chrysoura* y *M. undulatus*, *L. xanthurus* fue más abundante en el mes de Enero presentando pulsos principalmente diurnos (Figuras 7 y 8), los cuales fueron significativos sólo en el sistema sin vegetación sumergida.

Influencia directa de los principales factores ambientales

Con respecto a la influencia directa existente entre la abundancia de las especies y las variables ambientales, se observó que *B. chrysoura* mostró correlaciones significativas de carácter positivo con la temperatura y de carácter negativo con la salinidad y el oxígeno disuelto, siendo este patrón muy similar en los dos tipos de hábitat (Tabla 11). Esta asociación se relaciona con el patrón estacional de la especie, la cual fue más abundante durante la época de lluvias (Julio), cuando las temperaturas tienden a ser mayores y la salinidad es menor, producto del escurrimiento por las lluvias (Figura 2). De hecho, se ha reportado que, aunque esta especie tiene amplias tolerancias a cambios en la salinidad, como se observó en el presente estudio (Tabla 7), tiene preferencia por las salinidades bajas, principalmente durante el período de su reproducción, en su migración hacia áreas de menor salinidad (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988a). Asimismo, de acuerdo con Yáñez-Arancibia *et al.* (1985b), esta especie prefiere temperaturas cálidas, capturándose así una mayor cantidad de organismos en períodos de mayor temperatura.

La influencia directa de las variables ambientales sobre la abundancia de *M. undulatus*, al igual de cómo sucedió con *B. chrysoura*, también estuvo determinada por correlaciones significativas, positivas con la temperatura y negativas con el oxígeno disuelto, pero en este caso con correlaciones significativas positivas con la salinidad (Tabla 13), lo cual puede corresponder a que esta especie, también tuvo pulsos de abundancia durante el mes de Marzo, cuando la salinidad presentó valores altos (Figura 2).

La abundancia de *L. xanthurus* presentó un patrón de correlaciones opuesto al de *B. chrysoura*, con correlaciones negativas con la temperatura y positivas con la salinidad y el oxígeno disuelto. Este patrón se relaciona con las mayores abundancias de esta especie principalmente durante la época fría (Enero), cuando las temperaturas fueron bajas y la salinidad fue alta, con las correspondientes altas concentraciones de oxígeno. De hecho, Livingston (1985) observó el mismo comportamiento para esta especie, en un estuario de Florida, con características semejantes a la laguna de Pueblo Viejo, reportándola como abundante en número durante los meses fríos. Las correlaciones directas de la abundancia de *L. xanthurus* con el oxígeno disuelto, indican que la especie prefiere hábitats con gran disponibilidad de oxígeno y esto se relaciona con la preferencia de esta especie por el hábitat con vegetación sumergida.

En general, la influencia directa de las variables ambientales sobre la abundancia de los esciéndidos estudiados, parece determinar principalmente el comportamiento estacional de estas especies. Las correlaciones positivas de la temperatura con la abundancia de *B. chrysoura* y *M. undulatus*, y negativas con *L. xanthurus*, a nivel biogeográfico se relacionan con la condición tropical de las primeras y con la condición templada de la última. Aunque la salinidad es un factor que puede llegar a controlar la distribución y abundancia de los diferentes grupos bióticos en las lagunas costeras (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988a), en el presente estudio fue la variable ambiental que con menos frecuencia se correlacionó con la abundancia de las especies, lo cual probablemente se relacione con la condición eurihalina de las especies. Por el contrario, el oxígeno disuelto fue la variable que con más frecuencia se

correlacionó con el número y peso de los esciéndidos, aunque para las especies *B. chrysourea* y *M. undulatus* fue con carácter negativo. Esta asociación negativa, más que relacionarse con los requerimientos fisiológicos de las especies, parece estar determinada por la relación del oxígeno con las otras variables ambientales. Así, existe una relación inversa fisicoquímica entre el oxígeno disuelto y la temperatura, así como una relación inversa con la precipitación y directa con la salinidad (Figura 2), debido a que como se comentó en el análisis ambiental, con el inicio de la época de lluvias, existe un aporte de materia orgánica hacia el sistema (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b), la cual demanda oxígeno para su descomposición, con el correspondiente abatimiento de su concentración.

La abundancia de la especie que mas frecuentemente mostró correlaciones significativas con las variables ambientales fue *L. xanthurus* (Tabla 12). Esto implica que esta especie es más sensible a la variabilidad de los factores ambientales y en consecuencia se encuentra más limitada por la oscilación de estos dentro del sistema.

Con respecto a la amplitud de nicho espacial, el mayor valor lo presentó *B. chrysourea*, lo cual concuerda con el hecho de que esta especie es considerada como típicamente estuarina (Chavance *et al.*, 1984; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993; Carpenter, 2002), implicando que presenta las suficientes adaptaciones morfo-fisiológicas y conductuales para distribuirse ampliamente dentro del sistema, como un residente permanente del estuario. De hecho, fue el esciéndido más abundante y una de las especies dominantes de toda la comunidad íctica, en la laguna de Pueblo Viejo (Castillo-Rivera *et al.*, 2002; 2003; 2005; Zárata-Hernández, 2003; Ortiz-Burgos, 2005). Asimismo, *B. chrysourea* presentó una menor frecuencia de correlaciones significativas con las variables ambientales (Tabla 11), lo que implica que la variabilidad de estos factores dentro de la laguna, tiende a regular menos estrictamente su abundancia y en consecuencia este esciéndido tiende a una mayor amplitud de nicho espacial.

En relación con *M. undulatus* y *L. xanthurus*, estos presentaron valores de amplitud de nicho espacial más estrechos y esto se relaciona con el hecho de que, aunque ambas especies son costeras, utilizan los estuarios principalmente sólo como áreas de alimentación y crianza (Carpenter, 2002), presentando patrones de distribución espacial y temporal más restringidos, como residentes estacionales. De hecho, *L. xanthurus* fue la especie que mostró los intervalos de variabilidad mas estrechos de todos los factores ambientales (Tabla 7). En consecuencia, esta especie fue la que presentó la menor amplitud de nicho espacial. En este mismo sentido, *M. undulatus* guardó una posición intermedia entre las otras dos especies.

Finalmente, cabe señalar que las variaciones existentes en los patrones espaciales y temporales, así como su relación con las variables ambientales, pueden depender de los hábitos particulares, como son el comportamiento reproductivo y alimenticio, la capacidad eurihalina y el desarrollo de estrategias adaptativas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988b), lo que explica de cierta manera los comportamientos particulares de cada una de las especies estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

Arrieta-Vera, L. y de la Rosa-Muñoz, R. (2003) Estructura de la comunidad íctica de la Ciénaga de Mallorquín, Caribe Colombiano, *Boletín de Investigaciones. Marinas y Costeras* **32**:231-242.

Ayala-Pérez, L.A, A. Pérez-Velázquez, A. Aguirre-León y S. Díaz-Ruiz (1995) Abundancia nictimeral de Corvinas (Pisces: Sciaenidae) en un sistema costero del sur del Golfo de México. *Hidrobiológica*, **5**:37-44.

Begon, M., C.R. Townsend y J.L. Harper (2006) Ecology: From individuals to Ecosystems, 4th ed, Oxford: Blackwell.

Böstrom C. y E. Bonsdorff (2000) Zoobenthic community establishment and habitat complexity -the importance of seagrass shoot- density, morphology and physical disturbance for faunal recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, **205**: 123-138.

Carpenter, K.E. (Ed.). (2002) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. 1375-2127.

Castillo-Rivera, M., M. Pérez y A. Kobelkowsky (1988) Estudio de la biología de *Bairdiella ronchus* (Pisces: Sciaenidae) de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. México. *Universidad y Ciencia* **5(10)**:69-84.

Castillo-Rivera, M. y A. Kobelkowsky (1993) Comportamiento ambiental de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Biotam*, **5(2)**: 11-12.

Castillo-Rivera, M. (1995) Aspectos ecológicos de la ictiofauna de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Castillo-Rivera, M., A. Kobelkowsky y V. Zamayoa (1996) Food resource partitioning and trophic morphologic of *Brevoortia gunteri* y *B. patronus*. *Journal of Fish Biology* **49**. 1002-1111.

Castillo-Rivera, M. y R. Zárate (2001) Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiológica*, **11(1)**:75-84.

Castillo-Rivera, M., J.A. Zavala-Hurtado y R. Zárate-Hernández (2002) Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **12**:167-177.

Castillo-Rivera, M., R. Zárate-Hernández y L. Sanvicente-Añorve (2003) Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Hidrobiológica* **13(4)**: 289-298.

Castillo-Rivera, M., M. Montiel, L. Sanvicente-Añorve y R. Zárate-Hernández (2005) Spatial, seasonal and diel distribution patterns of two species of mojarras (Pisces:Gerreidae) in a Mexican tropical coastal lagoon, *Journal of Applied Ichthyology*. **21**:498-503.

Castro-Aguirre, J., H. Espinosa-Perez y J.J. Schmitter (1999) Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México, Colección de Textos Politécnicos, Limusa, México.

Chao, L.N. (1978) A basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). NOAA Technical Reports, NMFS Technical Circular, **415**:1-64.

Chatterjee, S., A.S. Hadi y B. Price (2000) Regression analysis by example. John Wiley and Sons, New York.

Chavance, P., D. Flores-Hernández, A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-Linares (1984) Ecología, biología y dinámica de las poblaciones de *Bairdiella chrysoura* en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 11(1):123-162.

Colwel, R.K. y D.J. Futuyma (1971) On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52(4):567-576.

Coen, L. D, K. L. Heck, Jr. y L. G. Abeie (1981). Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. *Ecology* 62:1484-1493.

Contreras, E. (1995) Producción primaria fitoplanctónica en lagunas costeras. *Revista de Investigaciones Marinas* 16(1-3):11-21.

Contreras F. (1993) Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO-Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F.

Copeland, B.J. y T.J. Bechtel (1974) Some environmental limits of six Gulf coasts estuarine organisms. *Contributions in Marine Science* 18:168-204.

De la Lanza, G. y M. Cantú (1986) Cuantificación de clorofilas y aplicación del índice de diversidad de pigmentos (D^{430}/D_{365}) para estimar el estado biótico de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. *Universidad y Ciencia* 3(5):31-42.

Flores-Coto, C., A. Sánchez-Iturbe, F. Zavala-García y S.M. Warlen (1998) Age, growth, mortality and food habits of larval *Stellifer lanceolatus*, *Cynoscion arenarius* and *Cynoscion nothus* (Pisces: Sciaenidae), from the Southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47(5):593-602.

García-Ríos, C.I. (2001) Praderas de hierbas marinas. [Dept. de Biología UPR-Humacao](#).

Grijalva-Chon, J.M, S. Nuñez-Quevedo y R. Castro-Longoria (1993) Ictiofauna de la laguna costera La Cruz, Sonora México. *Ciencias Marinas* 22(2): 129-150.

Heck, K. L., Jr. y L. V. Crowder (1991) Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. In S. S. Bell, E. D. McCoy, and H. R. Mushinsky (eds.), *Habitat Complexity: The Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman and Hall, New York, 281-289.

Helfman, G.S. (1993) Fish behaviour by day, night and twilight, In: T.J. Pitcher (Ed.), *Behaviour of Teleost Fishes*, 2^{da} ed. Chapman and Hall. Londres. 479-512.

Juárez-Avelar, I. y A. Sánchez-Vargas (2002) Determinación de la diversidad de peces en las zonas de el rastro y aneas del sistema lagunar-estuarino de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura, UNAM, FES-Iztacala.

Krebs, C. (1999) *Ecological Methodology*, 2nded. Adison-Wesley. California.

Lee, S.Y., C.W. Fong y R.S.S. Wu (2001) The effects of sea grass (*Zostera japonica*) canopy structure on associates fauna: a study using artificial seagrass united and sampling of natural beds. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, **259**: 23-50.

Livingston, R.J (1985) Organization of fishes in coastal seagrass system: the response to stress. In: A.Yáñez-Arancibia (Ed) *Fish community, ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration*, UNAM, México .**16**: 367-387.

Lubbers, L., W.R. Boynton y W.M. Kemp (1990) Variations in structure of estuarine fish communities in relation to abundance of submersed vascular plants. *Marine Ecology Progress Series* **65**:1-14.

Mandelli, J. (1981) Estuaries and lagoons: Physical and chemical characteristics. *In: Hedgpeth, J.W. (Ed) Treatise on Marine Ecology*, **1**:673-693.

Mee, L.D (1978) Chemistry in coastal lagoons. *In: Riley, J.P. and R. Chester (Eds). Chemical oceanography* **8**, Academic Press Inc., New York. Chapter **42**: 441-410.

Menéndez-Ramírez, I. (1989) La ubicación de la estadística en la metodología científica, *Ciencia* **40(1)**:39-48.

Moyle, P.B y J.J. Cech (2004) *Fishes: an introduction to ichthyology*. 5^{ta} ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Myers, G. S.(1960) A new Zeomorph fish of the family Oreosomatidae from the coast of California, with notes on the family. *Stanford Ichthyological Bulletin*, **7 (4)**: 89-98.

Navarro-Rodríguez, M.C., L.F. González-Guevara, R. Flores-Vargas, M.E.R. González-Ruelas y F.M. Carrillo-González (2006) Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **41(1)**: 35-43.

Nelson, J. S. (2006) *Fishes of the World*, 4th ed., John Wiley & Sons Inc. New York.

Norušis, M. (2000) *SPSS 10.0 Guide to data analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

Ocaña-Luna, A. y M. Sánchez-Ramírez (1999) Feeding of Sciaenid (Pisces: Sciaenidae) larvae in two coastal lagoons of the Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*, **10**:1-9.

Ortiz-Burgos, G.S. (2005) Estructura de la comunidad de peces en un ambiente con vegetación sumergida de una laguna costera tropical. Tesis de Maestría en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Ramírez-Villarreal, P. (1994) Estructura de las comunidades de peces de la laguna de raya, Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas*. **20**(1):1-26.

Reséndez-Medina, A. y A. Kobelkowsky (1991) Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. *Universidad y Ciencia* **8**(15): 91-110.

Roldán, G. (1992) Fundamentos de limnología neotropical, Colombia, Universidad de Antioquía, Medellín.

Rooker, Jay R., Scott A. Holt, Manuel A. Soto y G. Joan Holt (1998) Postsettlement patterns of habitat use by Sciaenid fishes in subtropical seagrass meadows. *Estuaries* **21**(2):318-327.

Ryer, C. H. (1988) Pipefish foraging: Effects of fish size, prey size and altered habitat complexity. *Marine Ecology Progress Series* **48**:37-45.

Savino, J. F. y R. A. Stein (1989) Behavioral interactions between fish predators and their prey: Effects of plant density. *Animal Behavior* **37**:311-321.

Siegel, S. y N.J. Castellan (1988) Nonparametric statistics for the behavioral sciences, 2^{da} ed. Mc-Graw Hill, New York.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf (1995) Biometry: The Principles and Practice of Statistics of Biological Research, 3^{ra} ed. W.H. Freeman, New York.

Stoner, A. W. (1980) The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. *Bulletin of Marine Science* 30:537-551.

Stoner, A. W. (1982) The influence of benthic macrophytes on the foraging behavior of pinfish *Lagodon rhomboides* (Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 58:271-284.

Stoner, A. W. y F.G. Lewis III (1985) The influence of quantitative and qualitative aspects of habitat complexity in tropical sea-grass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 94:19-40.

Sumich, J. L. (1992) An introduction to the biology of marine life, 5th ed. Wm. C. Brown Publishers, U.S.A.

Tapia-García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M.C. García-Abad (1988a) Biología y ecología de *Cynoscion arenarius* Ginsburg, en las comunidades demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *Revista de Biología Tropical*, 36(1):1-27.

Tapia-García, M., A. Yáñez-Arancibia, P. Sánchez-Gil y M.C. García-Abad (1988b) Biología y ecología de *Cynoscion nothus* (Holbrook), en las comunidades demersal de la Plataforma Continental del Sur del Golfo de México (Piscis, Sciaenidae). *Revista de Biología Tropical*, 36(1):29-54.

Thiel, R., A. Sepúlveda, R. Kafemann y W. Nellen (1995) Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of Fish Biology*. **46**. 47-69.

Vargas Maldonado, I., A. Yáñez Arancibia y F. Amezcua Linares (1981) Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos, sur del Golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencia del Mar y Limnología*. UNAM, México 8 (1):241-266.

Valentine, J.F., K.L. Heck, Jr. y A. M. Cinkovich (2002) Impacts of seagrass food webs on marine ecosystems: A need for a broader perspective. *Bulletin of Marine Science*, 71(3): 1361-1368.

Whitfield, A.K. y M. Elliott (2002) Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61(Supplement A): 229-250.

Wootton, R. J. (1992) Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, Gran Bretaña.

Yáñez-Arancibia, A. y R.S. Nugent (1977) El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras, Centro de Ciencias del mar y limnología, UNAM, México, D.F. 4: 107-114.

Yáñez-Arancibia, A. (1978) Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México, Centro Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.

Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day Jr. (1982) Ecological characterization of Terminos Lagoon a tropical lagoon-estuarine system in the southern of Gulf of Mexico. *In*: Laserre, P. y H. Postma (Eds.) Coastal lagoon. Acta Oceanológica, México, D.F. 5 (4) 431-440.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, A. Aguirre-León, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua-Linares, D. Flores-Hernández y P. Chavance (1985a) Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. *In*: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. UNAM, México. 311-366.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez y H. Alvarez-Guillén (1985b) Fish community ecology and dynamic in estuarine inlets. *In*: Yáñez-Arancibia

(Ed). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration. UNAM, México, D.F. **7**, 127-168.

Yáñez-Arancibia, A. (1986) Ecología de la zona costera: Análisis de siete tópicos. A.G.T. México.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil y H. Alvarez-Guillén (1988a) Evaluación ecológica de las comunidades de peces en la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche. *In*: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Ed.) Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. de Cienc. Del mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU Editorial Universitaria, México, D.F. **18**: 323-356 p.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, J.L. Rojas-Galaviz, H. Alvarez-Guillén, G. Soberón-Chávez, J.W. Day, Junior (1988b). Dinámica de las comunidades neotónicas costeras en el sur del Golfo de México. *In*: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Ed.) Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. de Cienc. Del mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU Editorial Universitaria, México, D.F. **19**: 357-380 p.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez y J.W. Day Jr. (1993) Interactions between mangrove and seagrass habitats mediated by estuarine nekton assemblages: coupling of primary and secondary production. *Hidrobiología* 264:1-12.

Yáñez-Arancibia, A.; A.L. Lara-Domínguez y D. Pauly (1994) Coastal lagoons as fish habitats. *In*: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) Coastal lagoons processes, Elsevier Science. México 363-377.

Zar, J.H. (1999) Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.

Zárate-Hernández, M.R. (2003) Variación nictímera y estacional de la diversidad y composición de especies de peces, en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztalapa, México.