

03067

5
20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

**UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL
Y DE POSGRADO**

**PROYECTO ACADÉMICO, ESPECIALIZACIÓN, MAESTRIA
Y DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR**

**EL MANGLAR COMO HABITAT CRITICO PARA LAS
COMUNIDADES NECTONICAS EN ESTERO PARGO,
LAGUNA DE TERMINOS, MEXICO**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR

(OCEANOGRAFIA BIOLOGICA Y PESQUERA)

DAVID JULIO ZARATE LOMELI

México, D. F., Diciembre de 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

**COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO
PROYECTO ACADÉMICO, ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL MAR**

**EL MANGLAR COMO HÁBITAT CRÍTICO PARA LAS COMUNIDADES
NECTÓNICAS EN ESTERO PARGO, LAGUNA DE TÉRMINOS, MÉXICO**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DEL MAR
(OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA Y PESQUERA)**

DAVID JULIO ZÁRATE LOMELÍ

México D. F., Diciembre de 1996

RESUMEN

Se analiza el valor del manglar como hábitat crítico para las comunidades nectónicas en Estero Pargo, Laguna de Términos. Así como las variaciones estacionales y nictimerales de la estructura de estas comunidades.

Fueron analizados 909 peces de 25 especies y 17 familias. De estas 25 especies, 9 utilizan al manglar en forma ocasional, 10 en forma estacional y 6 en forma permanente. Existe un predominio de estadios juveniles y pre-adultos en la comunidad a lo largo del año. Por su tolerancia a la salinidad 21 especies son marinas, 2 estuarinas y 2 dulceacuícolas. Se determinaron 6 especies dominantes en la comunidad: *Bardiella ronchus*, *Chaetodipterus faber*, *Eucinostomus argenteus*, *Lutjanus griseus*, *Poecilia mexicana* y *Sphoeroides testudineus*.

Por el tipo de alimentación 9 especies son consumidores primarios, 5 secundarios, 8 terciarios, 1 primario-secundario y 2 secundario-terciario. El 72 % de las especies estudiadas tienen importancia pesquera en la región. Se concluye que al menos 16 especies de peces utilizan el manglar como hábitat crítico y que las características físico-ambientales de la región modulan estacional y nictimeralmente a estas comunidades.

CONTENIDO

Capítulo I. INTRODUCCIÓN	1
Valor ecológico y económico de los manglares	1
Importancia del manglar como hábitat crítico	1
Los manglares de la región de Laguna de Términos	3
Capítulo II. OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos particulares	5
Capítulo III. HIPÓTESIS	6
Capítulo IV. ÁREA DE ESTUDIO	7
Capítulo V. MATERIAL Y MÉTODOS	9
Actividades de campo	9
Análisis de datos	10
Capítulo VI. RESULTADOS	12
Caracterización ambiental	12
Salinidad	12
Temperatura	12
Oxígeno disuelto	12
Estructura de la comunidad	14
Diversidad	14
Abundancia	19
Especies dominantes	20
Frecuencia de tallas y análisis gonádico	21
Componentes comunitarios	21
Categorías ictiotróficas	26
Especies con valor pesquero	28
Capítulo VII. DISCUSIÓN	29
Capítulo VIII. CONCLUSIONES	33
Capítulo IX. RECOMENDACIONES	35
AGRADECIMIENTOS	37
LITERATURA CITADA	38

I. INTRODUCCIÓN

Valor Ecológico y Económico de los Manglares

Los bosques de manglar, constituyen uno de los ecosistemas costeros de mayor importancia desde el punto de vista ecológico y socioeconómico por los recursos y funciones que desempeñan, siendo algunas de estas: a) la producción de materia orgánica que es exportada a los ecosistemas adyacentes en forma de hojarasca y detritus orgánico, la cual contribuye al sostenimiento de muchos organismos y complejas cadenas tróficas estuarino-marinas (Odum y Heald, 1972 y 1975; Odum *et al.*, 1982; Twilley, 1985; Day *et al.*, 1988; Rivera-Monroy *et al.*, 1995); b) conforman áreas de alimentación, crianza y protección para numerosos organismos (Thayer *et al.*, 1987 y 1988; Soto, 1988; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993b; Vega-Cendejas *et al.*, 1994; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1994a y b); c) contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua en la zona costera por su condición de trampa de sedimentos, nutrientes y contaminantes (Snedaker y Brown, 1981; Snedaker y Getter, 1985) y d) estabilizan sedimentos y protegen los litorales de la erosión causada por el viento, las olas y las mareas (Saenger, 1982; Taylor, 1988), entre otras.

Los ecosistemas de manglar también tienen una especial importancia socioeconómica por su valor como recurso natural explotable, ya que es fuente de madera, carbón, colorantes, forrajes y medicamentos (Saenger *et al.*, 1983; Hamilton y Snedaker, 1984), así como fuente de ingresos por los usos recreativos, de caza y pesca (Saenger *et al.*, 1983; Hamilton y Snedaker, 1984; Barbier, 1989; Bergstrom *et al.*, 1990).

Todas estas funciones y usos tienen un valor económico que puede ser (Tabla. 1): directo, por los bienes y servicios que proporciona; indirecto, como los que se derivan de las actividades económicas que sostienen por las funciones ecológicas del manglar; o valores implícitos de preservación y aquellos que no tienen un uso (Barbier, 1989; Hamilton *et al.*, 1989; Saenger, 1989; Turner, 1991; Yáñez-Arancibia y Seljo, 1991).

Importancia del Manglar como Hábitat Crítico

Un hábitat crítico, es un subsistema ecológico que es indispensable para el desarrollo de al menos una etapa del ciclo de vida de las especies (Lara-Domínguez *et al.*, 1991). A este respecto el manglar proporciona una alta disponibilidad de alimento y un ambiente físico (dado por su complejo sistema de raíces) propicio para actividades como la reproducción, crianza y protección de diversos organismos (peces, crustáceos, moluscos, aves y mamíferos) durante los diferentes estadios de sus ciclos de vida (Bosh y Turner, 1984;

Lewis *et al.*, 1985; Thayer *et al.*, 1987 y 1988; Robertson y Duke, 1990; Vega-Cendejas *et al.*, 1994; Yáñez-Arancibia, *et al.*, 1994b).

RECURSOS Y FUNCIONES ECOLÓGICAS	VALOR ECONÓMICO		
	DIRECTO	INDIRECTO	SIN UEG
RECURSOS			
Recursos Forestales: <i>Madera, leña, carbón, materiales de construcción, equipo de pesca, textiles y colorantes, forraje, alimentos y bebidas.</i>			
Recursos Pesqueros: <i>Peces, crustáceos y moluscos.</i>			
Recursos Silvestres: <i>Aves, reptiles, mamíferos y anfibios.</i>			
Recursos Hidrológicos: <i>Abastecimiento de agua y navegación.</i>			
Recursos Recreacionales: <i>Turismo, ecoturismo y deportes acuáticos.</i>			
FUNCIONES			
<i>Recarga y Descarga de Agua.</i>			
<i>Protección y Estabilización Litoral.</i>			
<i>Retención de Sedimentos y Nutrientes.</i>			
<i>Mantenimiento de la Calidad del Agua.</i>			
<i>Soporte Externo a Ecosistemas y Actividades Humanas.</i>			
<i>Estabilización Microclimática</i>			
<i>Hábitat Crítico</i>			
ATRIBUTOS			
Biodiversidad: <i>Flora y fauna.</i>			
Unicidad y Herencia: <i>Valor cultural, estético, histórico, valor de existencia.</i>			

Tabla 1. Valor económico total del ecosistema de manglar (Tomado de Zárate y Rojas, 1996).

En el caso de los peces el valor del manglar como hábitat crítico este determinado por la alta frecuencia con que lo utilizan para protección y alimentación, así como el predominio dentro de dicha utilización, de estadios juveniles de recursos pesqueros que se explotan en otras áreas de la zona costera. Ejemplos de este tipo de utilización existen en varias partes de la banda tropical. Pinto (1988) reporta 128 especies que utilizan el manglar de una reserva en Pagbilao, Filipinas; Babler (1980) destaca el valor del manglar en una región de Queensland, Australia como área de crianza para 56 especies de peces. Robertson y Duke (1990) señalan para un estuario ubicado al NE de Queensland, Australia, a 128 especies de peces que utilizan áreas de manglar. Thayer *et al.* (1988) señalan la importancia de los manglares del Parque Nacional de los Everglades en Florida (USA) como áreas de alimentación y protección para 64 especies de peces, muchos de los cuales tienen importancia comercial y deportiva.

En el sureste del Golfo de México existen trabajos relacionados con la importancia del manglar como hábitat para las comunidades de peces: Vargas (1980) y Vargas *et al.* (1981) reportan para el litoral interno de Isla del Carmen en la región de Laguna de Términos, a 46 especies de peces que utilizan al manglar y pastos marinos como áreas de protección y alimentación. Yáñez-Arancibia *et al.* (1988b) reportan para la región de Laguna de Términos, a 83 especies de peces que utilizan zonas de manglar de borde / pastos marinos como hábitat y a 65 especies de peces que utilizan zonas de manglar riverino / bancos de ostión / vegetación sumergida como hábitat. Yáñez-Arancibia *et al.* (1993a) destacan el valor de los manglares y pastos marinos de la región de Laguna de Términos, como áreas de reproducción, crianza y alimentación para más de 80 especies de peces. Yáñez-Arancibia *et al.* (1994b) en Estero Pargo, Laguna de Términos concluye la utilización directa del manglar por 15 especies de peces y Vega-Cendejas *et al.* (1994) reportan la utilización de los manglares del estuario Celestún, Yucatán como áreas de crianza y alimentación por 41 especies de peces.

Cuando una área de manglar es vulnerada o ha sufrido el deterioro por alguna actividad humana, se pierde o altera su función como hábitat crítico y con ello el ciclo biológico de las comunidades de peces que los utilizan. Esta situación tiene repercusiones económicas serias si se considera que muchas de las especies conforman importantes recursos pesqueros (Salm, 1981; Yáñez-Arancibia y Aguirre-León, 1988; Robertson y Duke, 1990). En consecuencia la valoración ecológica y económica del manglar como hábitat crítico, es fundamental para la planificación y manejo de la zona costera.

Los Manglares de la Región de Laguna de Términos

En el litoral mexicano del Golfo de México, los principales sistemas de manglar por su cobertura y estado de conservación, se localizan en Campeche, particularmente en la región de la Laguna de Términos (Fig. 1). La importancia que tiene el manglar en esta región, deriva de su gran desarrollo y elevada productividad. A este respecto, Day *et al.* (1988), reportan una producción primaria neta (producción de troncos y hojarasca) de 1607 a 2458 g / m² / año.

El litoral de Campeche y Tabasco forma una unidad ecológica fundamental para las pesquerías mexicanas en el Golfo de México, ya que comparten un potencial de captura anual de 15,000 ton. de camarones penidos, 13,000 ton. de moluscos, 16,000 ton. de pacas demarsales finos, 100,000 ton. de peces pelágicos, 6,000 ton. de tiburones y rayas, 6,000 ton. de peces en aguas estuarinas y 180,000 ton. de fauna de acompañamiento de camarón. Se considera que el valor de esta producción y la infraestructura pesquera disponible, es del orden de 150 millones de dólares anuales y que aproximadamente un 40-50 % de los recursos pesqueros dependen de la

Laguna de Términos, especialmente de sus áreas de manglar y pastos marinos estimada (Yáñez-Arancibia y Aguirre-León, 1988).

No obstante su evidente importancia, los avances de investigación sobre el valor del manglar como hábitat crítico para los recursos pesqueros de la región en términos cuantitativos, son insuficientes debido principalmente a que su complejo sistema radicular dificulta los muestreos y capturas por artes de pesca convencionales. Superar esta situación es una condición indispensable para determinar su valor como hábitat crítico no sólo en términos ecológicos sino económicos, con objeto de asegurar su persistencia y la de los recursos biológicos que de ellos dependen.

Lo anterior justifica la necesidad de evaluar en la Laguna de Términos la importancia del manglar como hábitat crítico para los peces, con una metodología especial que permita a través de su captura directa dentro del sistema radicular, apoyar con mayor precisión la definición del valor económico del hábitat, como consecuencia de su valor ecológico. De la misma forma, proponer a futuro pautas de manejo para el manglar y los recursos pesqueros asociados.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar cuantitativamente en la región de Estero Pargo, Laguna de Términos, la importancia del manglar como hábitat crítico para la comunidad ictiofaunística, mediante una metodología de muestreo específica para capturar peces dentro del sistema radicular de estos ecosistemas, comparando los parámetros ambientales y sus variaciones en el tiempo (nictimerales y estacionales conforme a las épocas climáticas características en la región de estudio).

Objetivos particulares

- ❶ Determinar la estructura de la comunidad ictiológica asociada al manglar, y sus variaciones estacionales y nictimerales.
- ❷ Seleccionar y analizar parámetros ecológicos de la comunidad, que permitan definir el tipo de utilización que hacen del manglar las especies de peces, así como las variaciones estacionales y nictimerales.
- ❸ Identificar los componentes comunitarios y las especies dominantes.
- ❹ Caracterizar de manera integrada las condiciones físico-ambientales del área de estudio, analizando sus variaciones estacionales y nictimerales, y su relación con la estructura de la comunidad ictiofaunística.
- ❺ Definir líneas de investigación que permitan determinar el valor ecológico-económico del manglar con base en el pleno conocimiento de su valor como hábitat crítico, para los diversos recursos pesqueros en la región de Laguna de Términos, así como algunas recomendaciones y pautas de manejo.

III. HIPÓTESIS

Un hábitat crítico es aquel relacionado directamente al ciclo de vida de las especies; si este desaparece o es vulnerado, la diversidad y la abundancia de las poblaciones se atenúa. La Laguna de Términos es un ecosistema de alta diversidad de peces, un alto porcentaje de estos, utilizan alguno o algunos de los hábitats críticos de la región, entre los cuales destaca el manglar; con base a lo anterior en este estudio se propone la siguiente hipótesis:

Si el manglar es un hábitat crítico, para las comunidades de peces de la Laguna de Términos, la utilización del hábitat será sistemática e intensiva por un elevado número de especies, así como el predominio de estadios juveniles y pre-adultos.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna de Términos con 200,108 ha de superficie lagunar incluyendo sus sistemas fluvio-lagunares asociados (Fig. 1), es considerada como uno de los ecosistemas lagunares estuarinos más extensos e importantes del Golfo de México (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1994a). Se localiza en la parte SW de la Península de Yucatán, entre los 91° 10' y 92° 00' de longitud oeste y los 18° 20' y 19° 00' de latitud norte. Es un cuerpo de agua somero (profundidad promedio 3.5 m) que esta limitado al Golfo de México, por una Isla de Barrera (Isla del Carmen) a través de cuyos extremos se establece comunicación con el Golfo por sus dos bocas; la Boca del Carmen ubicada al oeste de la isla y la Boca de Puerto Real en el extremo este.

Las principales descargas de agua dulce a la laguna provienen de tres ríos, el Pallzada, el Chumpán y el Candalaria. Las mareas en la laguna son de tipo mixtas-diurnas con un rango promedio de 0.45m (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988c). El clima en la región de acuerdo a la clasificación de García (1973) es tropical subhúmedo con una precipitación que varía de 1686 a 2399 mm/año (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993b). De acuerdo a Phleger y Ayala-Castañares (1971), Yáñez-Arancibia y Day (1982), Day y Yáñez-Arancibia (1988), se distinguen tres periodos climáticos; Secas de febrero a mayo; Lluvias de junio a octubre que se caracteriza por lluvias tropicales frecuentes; y Nortes de octubre a febrero en la que se presentan lluvias y vientos del norte.

La descarga de los ríos, la circulación litoral y principalmente el régimen prevalectante de vientos, modulan al patrón de circulación del agua dentro de la laguna, al cual consiste de una circulación neta de agua en sentido este-oeste, entrando por la Boca de Puerto Real y saliendo por la Boca del Carmen (Mancilla y Vargas, 1980; Graham *et al.*, 1981).

En la Laguna de Términos, existen cerca de 127,000 ha de manglar: manglar tipo borda a lo largo del litoral, manglar riverino a lo largo de los sistemas fluvio-lagunares y manglar de cuenca en las depresiones y llanura costera de la laguna. Estos manglares junto con los de Tabasco representan más del 80 % en superficie de los manglares de todo el Golfo de México. Existen tres especies de manglar en la región; manglar rojo (*Rhizophora mangle*), manglar negro (*Avicennia germinans*) y manglar blanco (*Laguncularia racemosa*) (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993b).

Se consideró como área de estudio, a un estero llamado Estero Pargo, ubicado en la parte interna de la Isla del Carmen (Fig. 1). La razón de seleccionar esta zona para evaluar el valor del manglar como hábitat crítico para las comunidades de peces de la región de Laguna de Términos, es que es un estero que mantiene una comunicación permanente con la laguna y se encuentra en buen estado de conservación, lo mismo que sus manglares.

Estero Pargo es un canal mareal de aproximadamente 6 Km. de longitud y 12.9 Km. de perímetro (Ley-Lou, 1985), tiene una profundidad promedio de 2 m y una superficie aproximada de 52 ha. Se encuentran dos tipos de manglar en el estero, manglar tipo borde en la zona litoral y en la parte posterior manglar tipo cuenca. En el primer caso predomina *R. mangle* y en el segundo *A. germinans* con algunos ejemplares de *L. racemosa*.

La salinidad del suelo en los manglares de Estero Pargo es de 30 a 35 ‰ y depende de las variaciones estacionales de la salinidad del agua en el estero (Day *et al.*, 1987). Estudios sobre dinámica de nutrientes realizados por Rivera-Monroy *et al.* (1995), demuestran que el manglar de borde de Estero Pargo funciona como una trampa de nitrógeno inorgánico disuelto (NH_4 , NO_2 y NO_3) procedente del estero y del manglar de cuenca adyacente, y como un exportador neto de material particulado y nitrógeno orgánico disuelto hacia la columna de agua del estero.

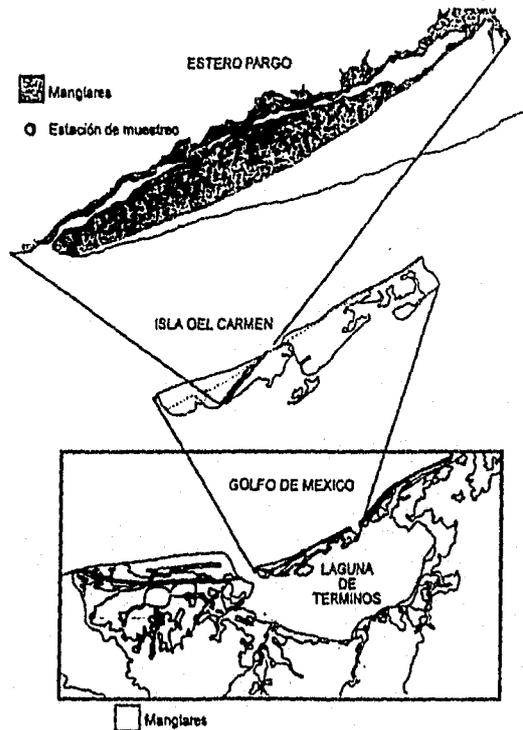


Figura 1, Región de Laguna de Términos, Campeche, México. Área de estudio.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

Actividades de Campo

Las colectas de peces se realizaron en un área de manglar de borde en Estero Pargo (Fig. 1) con un mecanismo denominado de *encierro* originalmente diseñado para este estudio, el cual consiste de una pared fija de malla plástica de 25 m de longitud, 4 m de alto, una luz de malla de 2 mm y fijada al fondo con una línea de plomos. Esta malla se ubicó paralelamente a la línea de costa a una distancia de 3 m, el mecanismo de cierre del sistema consiste de dos tramos móviles de malla plástica de 10 m de longitud, 4 m de alto y 2 mm de luz de malla que llevan en su parte superior una línea de flotadores y en la inferior una de plomos como lastre (Fig. 2). Al momento del cierre, ambas redes son arrastradas simultáneamente hacia el manglar impidiendo la salida de los peces.

Una vez cerrado el sistema, se aplicó rotenona al 5 % durante la interfase marea alta - marea baja y después de 30 minutos se colectaron los peces con redes de cuchara y por medio de buceo. Posteriormente los organismos fueron preservados en formalina al 10 %.

Considerando que: la dinámica de las comunidades de peces en la región de Laguna de Términos y la utilización de hábitats (manglares y pastos marinos) por estas comunidades sigue un patrón estacional (secas, lluvias y nortes) relacionado con factores como la precipitación y descarga fluvial, patrón de circulación y productividad primaria (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988a y b; 1993a y b), se realizaron muestreos diurnos y nocturnos para las épocas climáticas características en la región; lluvias (septiembre, 1990), nortes (febrero, 1991) y secas (mayo, 1991).

Antes de cada colecta, se determinó la temperatura del agua con termómetro de cubeta, la salinidad con un salinómetro portátil Beckman, el oxígeno disuelto con un oxímetro y la transparencia con un disco de Secchi. También se realizaron observaciones sobre la vegetación y epifauna asociadas a las raíces del manglar.

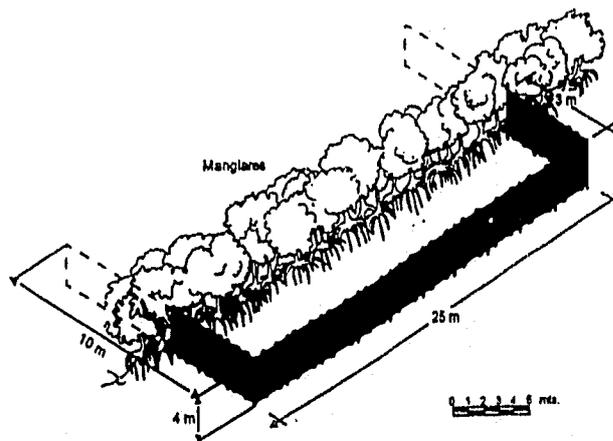


Figura 2. Red de encierro utilizada para la captura de peces en áreas de manglar (modificado de Vega-Cendejas *et al.*, 1994).

Análisis de Datos

En el laboratorio, la determinación de las especies fue hecha con métodos convencionales empleando literatura básica como la de Jordan y Everman (1896-1900), Meek e Hildebrand (1923-1928) y Castro-Aguirre (1978). También se utilizó literatura específica para la región de Laguna de Términos como son los trabajos de Díez-Ruiz *et al.* (1982), Mallerd *et al.* (1982), Reséndez (1983a y b) y Aguirre-León *et al.* (1986). Los organismos colectados fueron contados, medidos (con ictiómetro graduado en mm) y pesados.

Con el fin de evaluar la estructura de las comunidades de peces y sus variaciones estacionales y nictimerales, se calcularon los siguientes índices de diversidad: el índice de diversidad H'n de Shannon y Weaner (1963), la riqueza de especies o índice D de Margalef (1969), el índice de la equitabilidad o índice J' de Pielou (1966) y el índice de biomasa H'w de Wilhm (1968). La abundancia de las especies se calculó por número, densidad (ind. / m²) y biomasa (g peso húmedo / m²).

A partir de estudios previos realizados en la misma región como el de Vargas *et al.* (1981) y el de Yáñez-Arancibia *et al.* (1994b), se identificó la posición trófica de las especies de peces encontradas. El estado de madurez gonádica se determinó de acuerdo al criterio de Nikolski (1963).

Basándose en la frecuencia de aparición, rango de tallas, la madurez gonádica y sus hábitos alimenticios, se clasificó a cada especie como: visitante ocasional o accidental, visitante cíclico o estacional y especies residentes o típicamente estuarinas de acuerdo a la clasificación propuesta por Yáñez-Arancibia *et al.* (1980). A partir del análisis estacional y las variaciones nictimerales de la abundancia numérica y en peso, así como a la frecuencia de aparición, se determinaron aquellas especies que son dominantes (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b, 1988b).

VI. RESULTADOS

Caracterización Ambiental

En la Tabla 2 y la Figura 3, se presentan los parámetros ambientales que se registraron durante las colectas de campo.

Salinidad. El área de estudio, se caracteriza por ser un ambiente euhalino con una salinidad promedio anual de 33.2 ‰. La salinidad presenta un patrón estacional con los valores más bajos durante la época de lluvias (27.5 ‰) y los más elevados durante la época de secas (44.5 ‰). Los valores de la salinidad y su patrón estacional, son similares a los reportados por Ley-Lou (1985) y Rivera-Monroy *et al.* (1995) para la misma región. No se presentan variaciones de la salinidad en forma significativa entre el día y la noche (<0.5 ‰), a excepción de la época de secas, donde existe una variación de casi 4 unidades más durante el día por efecto de la marea.

Temperatura. La temperatura del agua en Estero Pargo tiene un promedio anual de 28 °C. La temperatura más baja se registra durante la época de nortes (24.5 °C) y la más alta durante la estación de secas (30.3 °C). Los valores y rangos en la temperatura registrados en este estudio, también concuerdan con los reportados por Ley-Lou (1985) y Rivera-Monroy *et al.* (1995) para la región.

Oxígeno Disuelto. Con relación a la concentración de oxígeno disuelto, los resultados obtenidos indican que se presenta un patrón estacional de este parámetro, que consiste en valores bajos durante las estaciones de lluvias (1.8 ppm) y secas (2.9 ppm) y un aumento durante la temporada de nortes (6.3 ppm) debido a la acción de los vientos. El promedio anual es de 3.9 ppm. Las concentraciones registradas por Ley-Lou (1985) en la región son similares a las del presente estudio.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos de Estero Pargo, Laguna de Términos.

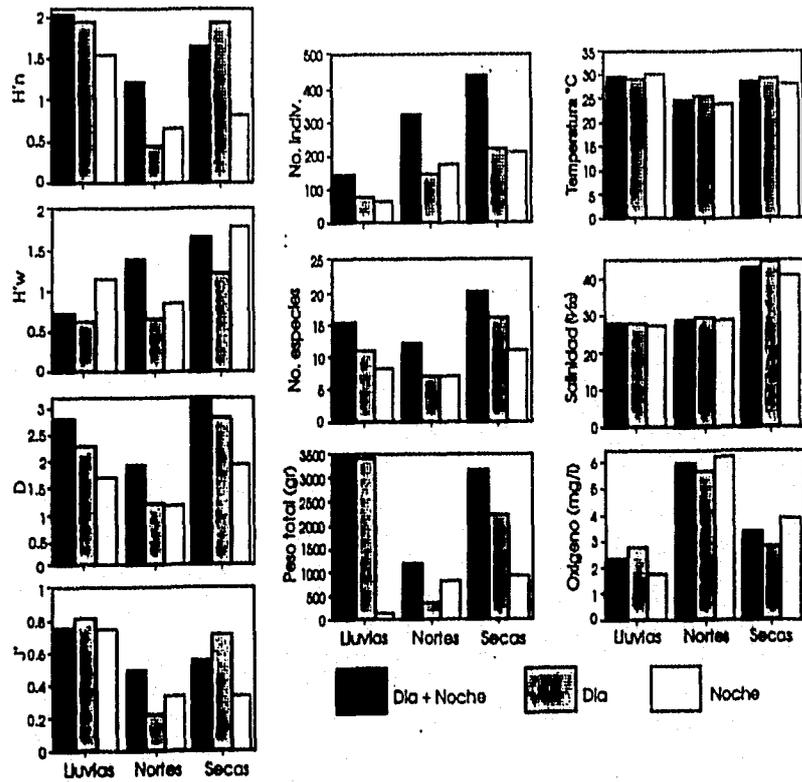
	Lluvias			Nortes			Secas		
	D	N	P	D	N	P	D	N	P
Salinidad (‰)	28.0	27.5	27.7	28.2	28.9	29.1	44.5	40.9	42.7
Temperatura (°C)	29.1	30.3	29.7	25.6	24.5	25.1	29.5	28.8	29.2
Oxígeno Disuelto (ppm)	2.8	1.8	2.3	6.7	6.3	6.0	2.9	4.0	3.5
Transparencia (m)	0.8			1.1			1.20		

D: Día

N: Noche

P: Promedio

Figura 3. Parámetros ecológicos de la comunidad ictiofaunística de Estero Pargo, Laguna de Términos y parámetros físico-químicos.



Estructura de la Comunidad

Se colectaron un total de 909 ejemplares de 25 especies y 17 familias, con un peso total de 7867.2 gramos (Tabla 3). En las Tablas 4a, b, c; 5 a, b y c y en la Fig. 3 se muestran los resultados de las colectas diurnas y nocturnas para las tres épocas climáticas. A continuación se describen los principales parámetros ecológicos de las comunidades de peces.

Diversidad

Durante la época de lluvias se registró la mayor diversidad numérica ($H'n=2.0348$), seguida con una diversidad de $H'n=1.6392$ para la época de secas; la menor diversidad se presentó en la época de nortes, $H'n= 1.2$. Con relación a las variaciones nictimerales de la diversidad, se observó en época de lluvias y secas, que los mayores valores de este parámetro se presentan durante el día ($H'n= 1.9472$ y 1.9335 respectivamente). Esta situación se invierte durante la época de nortes, debido a que la $H'n$ (0.6346) es mayor durante la noche (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

La diversidad en términos de la biomasa ($H'w$), es menor en lluvias ($H'w=0.7040$) y aumenta hasta alcanzar el valor máximo en la época de secas ($H'w= 1.6482$). Referente a las variaciones nictimerales de la $H'w$, se observa que en las tres épocas climáticas los valores máximos se registraron durante los muestreos nocturnos (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

Referente a la equitatividad de la abundancia de las especies, se observó un patrón similar al registrado para $H'n$ estacional y nictimeralmente. Los mayores valores de J' se presentan respectivamente en lluvias ($J'= 0.7514$) y secas ($J'= 0.5472$) y el menor en nortes ($J'= 0.04829$). En lluvias y secas el valor de este parámetro es mayor durante el día, a diferencia de la época de nortes donde el valor de J' es menor en los muestreos nocturnos (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

El índice de Margalef, presenta los mayores valores en secas y lluvias ($D= 3.1204$ y 2.8131 respectivamente) y el menor durante la época de nortes ($D= 1.9039$). En las tres épocas del año, se registran los valores máximos durante los muestreos nocturnos (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

Tabla 3. Abundancia en número y peso de las especies de peces capturadas en el día y noche en Estero Pargo, Laguna de Términos.

FAMILIA	ESPECIE	LLUVIAS		NORTES		SECAS		Σ NUMERO Y PESO
		D	N	D	N	D	N	
Soleidae	<i>Achirus lineatus</i>		0 1.3					9 1.3
Engraulidae	<i>Anchoa mitchilli</i>				13 4.4	23 3.5	14 5.3	50 13.2
Scianidae	<i>Bardiella ronchus</i>	14 19.4			149 584.6	67 25.0	176 300.4	408 828.4
Gobidae	<i>Bathygobius soporator</i>					1 0.7		1 0.7
Centropomidae	<i>Centropomus sp</i>						1 104.7	1 104.7
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>			2 295.1		9 1674.9	1 273.6	12 2143.6
Cichlidae	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	2 3.7	5 58.1			6 60.2		13 122.0
Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>		1 39.0	2 11.0		1 107.1	2 59.9	6 217.0
Gueridae	<i>Eucinostomus argenteus</i>	20 23.9	5 3.9	3 1.4	8 13.4		13 16.1	49 58.7
Gueridae	<i>Eucinostomus gula</i>					53 61.3		53 61.3
Gueridae	<i>Eugerres cinereus</i>				1 8.7			1 6.7
Gueridae	<i>Eugerres plumieri</i>	2 111.9				2 140.7		4 252.6
Gobidae	<i>Gobiosoma bosci</i>	16 1.9	33 4.9			2 0.6		51 7.4
Pomadasyidae	<i>Haemulon aeorlineatum</i>				2 28.1			2 28.1
Pomadasyidae	<i>Haemulon plumieri</i>						1 39.8	1 39.8
Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i>	2 4.0		1 6.7		10 2.4	5 7.8	18 19.9
Blannidae	<i>Hypsoblennius hentzi</i>		1 0.8	3 1.5	1 0.8			5 2.9
Gobidae	<i>Lophogobius cyprinoides</i>		3 1.3			2 3.3		5 4.6
Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i>	1 30.3					1 81.3	2 121.6
Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>	1 2830.0			2 178.2	2 70.7	1 33.0	6 3211.9
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	1 15.1				1 28.0		2 41.1
Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>					1 3.3		1 3.3
Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>	11 2.1	8 1.0	135 25.8		42 16.2	1 0.9	197 48.0
Tetraodontidae	<i>Sphaeroides testudineus</i>	10 302.5				3 116.8		13 419.1
Belontiidae	<i>Strongylura notata</i>			1 8.3				1 8.3
	Σ	80 3443.8	66 110.3	147 348.8	176 618.0	225 2212.5	216 932.9	
		146 3554.1		323 1167.8		441 3145.3		

Tabla 4a. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día y noche en la época de lluvias en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. Ind. (ejemplares)	% No. (ejemplares)	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	H'n	H'w
<i>Achirus lineatus</i>	9	6.2	1.3	0.04	12-35	0.1725	0.0029
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	7	4.8	11.4	1.74	28-139	0.1463	0.0186
<i>Epinephelus itajara</i>	1	0.7	39.0	1.11	142	0.0343	0.0501
<i>Bardiella ronchus</i>	14	9.6	18.4	0.52	28-69	0.2257	0.0276
<i>Eucinostomus argenteus</i>	25	17.2	27.8	0.78	13-62	0.3031	0.0364
<i>Eugerres plumieri</i>	2	1.4	111.9	3.15	154-165	0.0591	0.1100
<i>Gobiosoma bosci</i>	49	33.8	6.8	0.19	11-34	0.3666	0.0121
<i>Harengula jaguana</i>	2	1.4	4.0	0.11	56-67	0.0591	0.0077
<i>Hypsoblennius hertzi</i>	1	0.7	0.8	0.02	39	0.0343	0.0019
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	3	2.1	1.3	0.04	22-40	0.0802	0.0029
<i>Lutjanus apodus</i>	1	0.7	30.3	0.86	133	0.0343	0.0411
<i>Lutjanus griseus</i>	1	0.7	2930.0	82.44	567	0.0343	0.1495
<i>Lutjanus synagris</i>	1	0.7	15.1	0.42	103	0.0343	0.0235
<i>Poecilia mexicana</i>	19	13.1	3.1	0.09	13-32	0.2663	0.0062
<i>Sphaeroides testudineus</i>	10	6.9	302.5	8.51	98-121	0.1844	0.2116
Σ	145	100	3554.1	100		1.0348	0.7040
Área muestreada: 75 m ² Fecha: 29-30 / IX / 1990 D=2.8131 J'=0.7514					Densidad = 1.9 ind / m ² Biomasa = 47.39 gr. / m ²		

Tabla 4b. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día en la época de lluvias en Estero Pargo, Laguna de Términos.

<i>Bardiella ronchus</i>	14	17.5	18.4	0.5	28-69	0.3050	0.0280
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	2	2.5	3.7	0.1	29-52	0.0922	0.0073
<i>Eucinostomus argenteus</i>	20	25.0	23.9	0.7	13-62	0.3466	0.0346
<i>Eugerres plumieri</i>	2	2.5	111.9	3.2	154-165	0.0922	0.1113
<i>Gobiosoma bosci</i>	18	20.0	1.9	0.1	13-34	0.3219	0.0041
<i>Harengula jaguana</i>	2	2.5	4.0	0.1	56-67	0.0922	0.0078
<i>Lutjanus apodus</i>	1	1.3	30.3	0.9	133	0.0548	0.0415
<i>Lutjanus griseus</i>	1	1.3	2930	85.1	567	0.0548	0.1375
<i>Lutjanus synagris</i>	1	1.3	15.1	0.4	103	0.0548	0.0238
<i>Poecilia mexicana</i>	11	13.8	2.1	0.1	13-32	0.2728	0.0045
<i>Sphaeroides testudineus</i>	10	12.5	302.5	8.6	99-121	0.2599	0.2136
Σ	60	100	3443.8	100		1.9472	0.6140
Área muestreada: 75 m ² Fecha: 29 / IX / 1990 Hora: 13:00 h (muestreo diurno)					D = 2.2820 Densidad = 1.1 ind / m ² J' = 0.8120 Biomasa = 45.9 gr. / m ²		

Tabla 4c. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante la noche en la época de lluvias en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de Ejemplares	% No. de Ejemplares	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	D'	H'
<i>Achirus lineatus</i>	9	13.8	1.3	1.2	12-35	0.2738	0.0623
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	5	7.7	58.1	52.7	29-139	0.1973	0.3377
<i>Epinephelus itajara</i>	1	1.5	39.0	35.4	142	0.0642	0.3676
<i>Eucinostomus argenteus</i>	5	7.7	3.9	3.5	18-56	0.1973	0.1182
<i>Gobiosoma boscii</i>	33	50.8	4.9	4.4	11-34	0.3442	0.1383
<i>Hypsoblennius hentzi</i>	1	1.5	0.8	0.7	39	0.0642	0.0357
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	3	4.6	1.3	1.2	22-40	0.1420	0.0523
<i>Poecilia mexicana</i>	8	12.3	1.0	0.9	16-24	0.2678	0.0426
Σ	65	100	110.3	100		1.5408	1.1447
Área muestreada: 76 m ² Fecha: 30 / IX / 1990 Hora: 19:50 h (muestreo nocturno)					D = 1.6769 Densidad = 0.9 Ind / m ² J' = 0.7410 Biomasa = 1.5 gr. / m ²		

Tabla 5a. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día y noche en la época de nortes en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de Ejemplares	% No. de Ejemplares	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	D'	H'
<i>Anchoa mitchilli</i>	13	4.0	4.4	0.4	35-53	0.1293	0.0210
<i>Bardilla ronchus</i>	149	46.1	684.6	50.0	16-110	0.3569	0.3464
<i>Epinephelus itajara</i>	2	0.6	11.0	0.9	68-71	0.0316	0.0439
<i>Eucinostomus argenteus</i>	11	3.4	14.8	1.3	14-73	0.1161	0.0564
<i>Eugerres cinereus</i>	1	0.3	8.7	0.7	91	0.0179	0.0365
<i>Chaetodipterus faber</i>	2	0.6	295.1	25.3	151-170	0.0318	0.3476
<i>Haemulon aurolineatum</i>	2	0.6	28.1	2.4	101-205	0.0316	0.0897
<i>Harengula jaguana</i>	1	0.3	5.7	0.5	85	0.0179	0.0260
<i>Hypsoblennius hentzi</i>	4	1.2	2.1	0.2	22-48	0.0544	0.0114
<i>Lutjanus griseus</i>	2	0.6	178.2	16.2	80-220	0.0316	0.2869
<i>Poecilia mexicana</i>	135	41.8	25.8	2.2	15-53	0.3646	0.0842
<i>Strongylura notata</i>	1	0.3	9.3	0.8	210	0.0179	0.0385
Σ	323	100	1167.8	100		1.2000	1.3876
Área muestreada: 76 m ² Fecha: 14-15 / II / 1991 D = 1.9039 J' = 0.4829					Densidad = 4.3 Ind / m ² Biomasa = 15.5707 gr. / m ²		

Tabla 5b. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día en la época de nortes en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de Ejemplares	% No. de Ejemplares	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	D'	H'
<i>Epinephelus itajara</i>	2	1.4	11.0	3.1	68-71	0.0585	0.1088
<i>Eucinostomus argenteus</i>	3	2.0	1.4	0.4	18-41	0.0794	0.0802
<i>Chaetodipterus faber</i>	2	1.4	295.1	84.4	151-170	0.0585	0.1436
<i>Harengula jaguana</i>	1	0.7	5.7	1.8	85	0.0339	0.0671
<i>Hypsoblennius hentzi</i>	3	2.0	1.5	0.4	22-48	0.0794	0.0234
<i>Poecilia mexicana</i>	135	91.8	25.8	7.4	15-53	0.0782	0.1923
<i>Strongylura notata</i>	1	0.7	9.3	2.7	210	0.0339	0.0964
Σ	147	100	349.8	100		0.4218	0.6536
Área muestreada: 76 m ² Fecha: 14 / II / 1991 Hora: 12:00 h (muestreo diurno)					D = 1.2023 Densidad = 1.96 Ind / m ² J' = 0.2168 Biomasa = 4.66 gr. / m ²		

Tabla 5c. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante la noche en la época de nortes en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de ejemplares	% No. de ejemplares	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	H'N'	H'W'
<i>Anchoa mitchilli</i>	13	7.4	4.4	0.6	26-53	0.1926	0.0281
<i>Bardiella ronchus</i>	149	84.7	584.6	71.5	16-110	0.1410	0.2401
<i>Eucinostomus argenteus</i>	8	4.5	13.4	1.6	14-73	0.1405	0.0674
<i>Eugerres cinereus</i>	1	0.6	6.7	1.1	91	0.0294	0.0483
<i>Haemulon aurolineatum</i>	2	1.1	28.1	3.4	101-205	0.0509	0.1158
<i>Hypsoblennius hentsi</i>	1	0.6	0.6	0.1	30	0.0294	0.0053
<i>Lutjanus griseus</i>	2	1.1	176.2	21.8	80-220	0.0509	0.3320
Σ	176	100	818.0	100		0.6346	0.8370
Área muestreada: 75 m ²					D = 1.1604 Densidad = 2.35 Ind / m ²		
Fecha: 15 / II / 1991					J' = 0.3261 Biomasa = 10.91 gr. / m ²		
Hora: 04:00 h (muestreo nocturno)							

Tabla 6a. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día y la noche en la época de secas en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de ejemplares	% No. de ejemplares	Peso (gr.)	% Peso (gr.)	Rango de Tallas (mm)	H'N'	H'W'
<i>Anchoa mitchilli</i>	37	8.4	8.8	0.3	26-49	0.2079	0.0164
<i>Bardiella ronchus</i>	243	55.1	325.4	10.3	18-115	0.3284	0.2347
<i>Bathygobius soporator</i>	1	0.2	0.7	0.02	41	0.0138	0.0019
<i>Centropomus sp.</i>	1	0.2	104.7	3.3	268	0.0138	0.1133
<i>Chaetodipterus feber</i>	10	2.3	1848.6	58.8	143-188	0.0859	0.3124
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	6	1.4	60.2	1.9	63-94	0.0585	0.0757
<i>Epinephelus itajara</i>	3	0.7	167.0	5.3	122-202	0.0339	0.1669
<i>Eucinostomus argenteus</i>	13	2.9	16.1	0.5	22-63	0.1039	0.0270
<i>Eucinostomus gula</i>	53	12.0	61.3	1.9	18-72	0.2546	0.0757
<i>Eugerres plumieri</i>	2	0.4	140.7	4.5	160-185	0.0245	0.1390
<i>Gobiosoma bosci</i>	2	0.4	0.6	0.02	35-39	0.0246	0.0016
<i>Haemulon plumieri</i>	1	0.2	38.8	1.3	136	0.0138	0.0553
<i>Harengula jaguana</i>	15	3.4	10.2	0.3	20-52	0.1150	0.0186
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	2	0.4	3.3	0.1	51-52	0.0245	0.0072
<i>Lutjanus apodus</i>	1	0.2	91.3	2.9	181	0.0138	0.1027
<i>Lutjanus griseus</i>	3	0.7	103.7	3.3	119-161	0.0339	0.1125
<i>Lutjanus synagris</i>	1	0.2	26.0	0.8	121	0.0138	0.0395
<i>Opsanus beta</i>	1	0.2	3.3	0.1	65	0.0138	0.0072
<i>Poecilia mexicana</i>	43	9.7	17.1	0.5	17-57	0.2270	0.0284
<i>Sphaeroides testudineus</i>	3	0.7	116.6	3.7	98-138	0.0339	0.1221
Σ	441	100	3145.3	100		1.6392	1.5482
Área muestreada: 75 m ²					Densidad = 5.88 Ind / m ²		
Fecha: 6-6 / V / 1991					Biomasa = 41.9373 g / m ²		
D = 3.1204 J' = 0.5472							

Tabla 6b. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante el día en la época de secas en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de ejemplares	% No. de ejemplares	Peso Total (gr.)	% Peso Total (gr.)	Rango de Tallas (mm)	H' n	H' w
<i>Anchoa mitchilli</i>	23	10.2	3.5	0.16	27-36	0.2331	0.0102
<i>Bardiella ronchus</i>	67	29.8	25.0	1.13	18-48	0.3607	0.0507
<i>Bathygobius soporator</i>	1	0.4	0.7	0.03	41	0.0241	0.0025
<i>Chaetodipterus faber</i>	9	4.0	1574.9	71.18	143-198	0.1288	0.2420
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	6	2.7	60.2	2.72	63-94	0.0966	0.0981
<i>Epinephelus itajara</i>	1	0.4	107.1	4.84	202	0.0241	0.1466
<i>Eucinostomus gula</i>	53	23.6	61.3	2.77	18-72	0.3406	0.0994
<i>Eugeres plumieri</i>	2	0.9	140.7	6.36	160-185	0.0420	0.1762
<i>Gobiosoma boscii</i>	2	0.9	0.6	0.03	35-39	0.0420	0.0022
<i>Harengula jaguana</i>	10	4.4	2.40	0.11	20-40	0.1384	0.0074
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	2	0.9	3.3	0.15	51-62	0.0420	0.0097
<i>Lutjanus griseus</i>	2	0.9	70.7	3.20	119-151	0.0420	0.1100
<i>Lutjanus synagris</i>	1	0.4	26.0	1.18	121	0.0241	0.0522
<i>Opsanus beta</i>	1	0.4	3.3	0.15	65	0.0241	0.0097
<i>Poecilia mexicana</i>	42	18.7	16.2	0.73	17-57	0.3133	0.0360
<i>Sphoeroides testudineus</i>	3	1.3	116.6	5.27	98-138	0.0576	0.1661
Σ	226	100	2212.6	100		1.9335	1.2070
Área muestreada: 76 m ² Fecha: 06 / V / 1991 Hora: 10:15 h (muestreo diurno)				D = 2.7695 Densidad = 3.0 ind / m ² J' = 0.6974 Biomasa = 29.6 g / m ²			

Tabla 6c. Abundancia, diversidad y rango de tallas de las especies de peces capturadas durante la noche en la época de secas en Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especie	No. de ejemplares	% No. de ejemplares	Peso Total (gr.)	% Peso Total (gr.)	Rango de Tallas (mm)	H' n	H' w
<i>Anchoa mitchilli</i>	14	6.5	6.3	0.6	26-48	0.1773	0.0294
<i>Bardiella ronchus</i>	176	81.5	300.4	32.2	29-115	0.1669	0.3648
<i>Centropomus sp</i>	1	0.5	104.7	11.2	268	0.0249	0.2456
<i>Chaetodipterus faber</i>	1	0.5	273.6	29.3	186	0.0249	0.3598
<i>Epinephelus itajara</i>	2	0.9	59.9	6.4	122-129	0.0434	0.1763
<i>Eucinostomus argenteus</i>	13	6.0	16.1	1.7	22-63	0.1691	0.0701
<i>Haemulon plumieri</i>	1	0.5	39.8	4.3	136	0.0249	0.1346
<i>Harengula jaguana</i>	5	2.3	7.8	0.8	30-62	0.0872	0.0400
<i>Lutjanus apodus</i>	1	0.5	91.3	9.8	181	0.0249	0.2276
<i>Lutjanus griseus</i>	1	0.5	33.0	3.5	135	0.0249	0.1182
<i>Poecilia mexicana</i>	1	0.5	0.9	0.1	24	0.0249	0.0067
Σ	216	100	932.8	100		0.7933	1.7730
Área muestreada: 76 m ² Fecha: 05 / V / 1991 Hora: 21:00 h (muestreo nocturno)				D = 1.8604 Densidad = 2.9 ind / m ² J' = 0.3308 Biomasa = 12.4 g / m ²			

Abundancia

Como se puede observar en la Tabla 3; 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c y la Fig. 3, el mayor número de especies se presenta durante la época de secas con 20 especies, seguido con 15 especies para la época de lluvias y el número menor se encontró para la época de nortes con 12 especies. Si se toman en cuenta las variaciones nictimerales durante las tres épocas climáticas, se observa que existe una tendencia a que durante el día el número de especies sea mayor en

comparación a la noche. En el caso de la biomasa, el valor menor se registró en nortes (1167.8 g) y el mayor durante la época de lluvias (3554.1 g). Comparando las variaciones de la biomasa durante el día y la noche, se puede observar que en las épocas de lluvias y secas durante el día, se concentra la mayor biomasa a diferencia de la época de nortes donde la mayor biomasa aparece durante los muestreos nocturnos (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

Con relación al número de organismos, se observa que existe una tendencia al aumento en el número de organismos desde la época de lluvias a la de secas (145 y 441 individuos respectivamente). Esta situación es proporcional a la densidad de organismos. En cuanto a las variaciones día-noche de este parámetro, se puede observar que durante el día en las épocas de lluvias y secas se registra el mayor número de organismos. En la época de nortes esta situación se invierte y el mayor número de individuos aparece durante la noche (Tablas 4a, b y c; 5a, b y c; 6a, b y c; Fig. 3).

Especies Dominantes

Con base en el análisis de frecuencia, biomasa, abundancia numérica y frecuencia de aparición se determinaron como especies dominantes de la zona de manglar a: *B. ronchus*, *C. faber*, *E. argenteus*, *L. griseus*, *P. mexicana* y *S. testudineus*. Estas especies constituyen más del 75 % del número de individuos y más del 86 % del peso total de los organismos capturados durante las tres épocas climáticas (Tabla 7).

Las especies dominantes para la época de lluvias fueron *E. argenteus* y *P. mexicana* que representan el 30 % del total de organismos capturados. Ambas especies se presentan en el día y la noche, aunque durante el día en mayor cantidad. Para la época de nortes, las especies dominantes son *B. ronchus* y *P. mexicana*, la primera representando el 46 % de las capturas en número y el 50 % en peso. Los porcentajes en número y biomasa para *P. mexicana* son 41% y 2 % respectivamente. *B. ronchus* es dominante en los muestreos nocturnos y *P. mexicana* en los diurnos (Tabla 3).

Las especies dominantes durante la época de secas son *B. ronchus* y *C. faber*, la primera especie con el 55 % en número de organismos y el 10 % en biomasa. Para la segunda especie los porcentajes son 2 % y 59 % para número de organismos y biomasa respectivamente (Tabla 3). *B. ronchus* es la especie dominante durante la noche y *C. faber* durante el día.

Tabla 7. Especies dominantes de la comunidad de peces asociados al ecosistema de manglar de Estero Pargo, Laguna de Términos.

Especies	No. Individuos		Peso (gr.)	
	Total	%	Total	%
<i>Bardiella ronchus</i>	406	44.66	928.4	11.80
<i>Chaetodipterus faber</i>	12	1.32	2143.6	27.25
<i>Eucinostomus argenteus</i>	49	5.39	58.7	0.75
<i>Lutjanus griseus</i>	6	0.66	3211.9	40.83
<i>Poecilia mexicana</i>	197	21.67	46.0	0.58
<i>Sphaeroides testudineus</i>	19	1.43	419.1	5.33
Total	683	76.13	6807.7	86.54

Frecuencia de Talla y Análisis Gonádico

En la Figura 4 y 5, se presentan rangos de frecuencia de tallas y estados de madurez gonádica para las seis especies dominantes. Se puede observar que existe un predominio de estadios de juveniles y preadultos de *B. ronchus* para las tres épocas climáticas, de adultos de la especie *C. faber* en nortes y secas, de juveniles de *E. argenteus* para las tres épocas climáticas, de adultos reproductores de *L. griseus* en lluvias, juveniles y adultos en nortes y secas e) preadultos y adultos de *P. mexicana* en lluvias, adultos y reproductores en nortes y secas y de preadultos de *S. testudineus* en lluvias y adultos en la época de secas.

Componentes Comunitarios

Con base en la frecuencia de aparición de las especies, rango de tallas, madurez gonádica y hábitos alimenticios se definieron los siguientes componentes comunitarios: a) visitantes estacionales con 10 especies que representan el 40 % de todas las especies colectadas, b) visitantes ocasionales con 9 especies que representan el 36 % de las especies colectadas y c) residentes con 6 especies que equivalen al 24 % de todas las especies colectadas (Tabla 3 y 8).

La distribución de los componentes a lo largo del año se muestra en la Figura 6. Se puede observar para la época de lluvias, que la mayor parte de la comunidad estuvo integrada por visitantes estacionales con 8 especies, seguida de 6 especies residentes y una especie considerada como visitante ocasional. Durante la época de nortes, la comunidad dominante fue la de residentes con 6 especies seguida por tres especies de visitantes ocasionales y la misma cantidad para visitantes estacionales. Para la época de secas predominaron los visitantes estacionales con 9 especies, seguidos por 6 especies residentes y 5 especies definidas como visitantes ocasionales.

También en la Figura 6 se presentan las variaciones día-noche de los componentes comunitarios. Referente a los visitantes ocasionales, se observa durante la noche en época de lluvias y secas que es mayor su proporción en comparación al día. Durante el día en época de lluvias y nortes, es mayor la proporción de especies consideradas como visitantes estacionales. La mayor cantidad de especies residentes se presentan en época de lluvias y nortes durante el día y en secas durante la noche.

Con base en los criterios de Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) se clasificó a las especies de acuerdo a su tolerancia a la salinidad en dulceacuólicas, estuarinas y marinas, los resultados se presentan en la Tabla 8. Dadas las características euhalinas del área de estudio, las especies que dominan en la comunidad son marinas (21 especies), y sólo se presentan dos especies estuarinas y dos dulceacuólicas.

Figura 4. Rango de tallas y estado de madurez gonádica de las especies dominantes de la comunidad de peces asociados al ecosistema de manglar de Estero Pargo, Laguna de Términos.

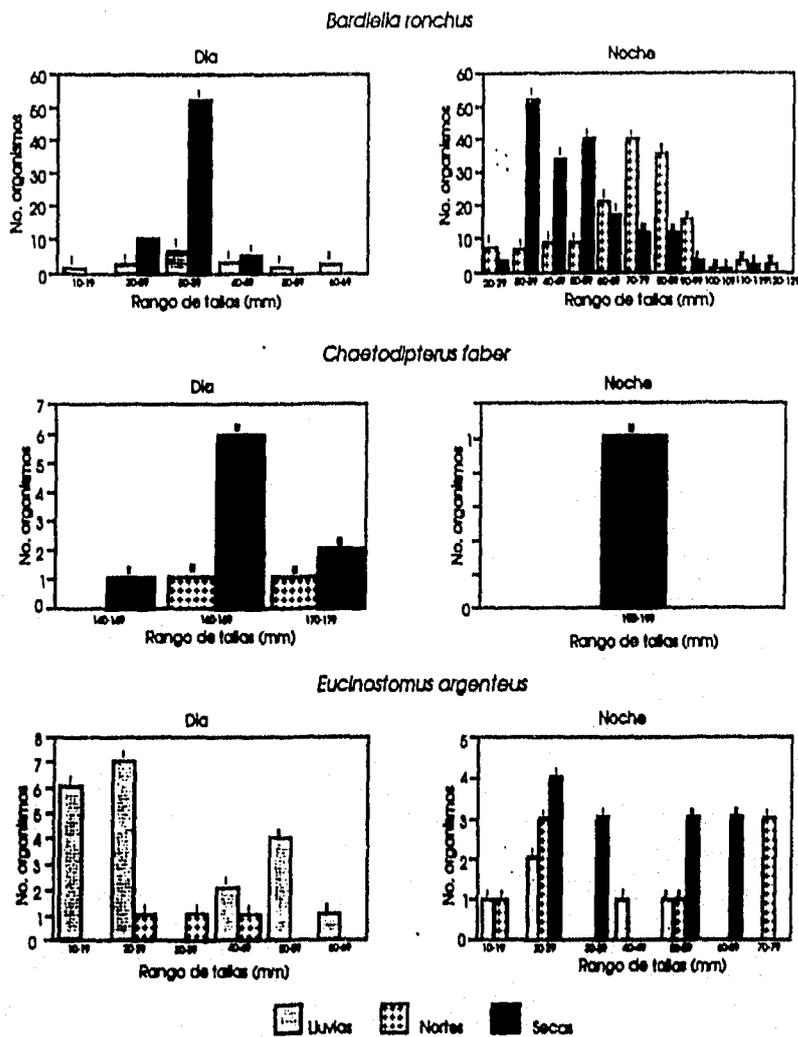


Figura 5. Rango de tallas y estado de madurez gonádica de las especies dominantes de la comunidad de peces asociados al ecosistema de manglar de Estero Pargo, Laguna de Términos.

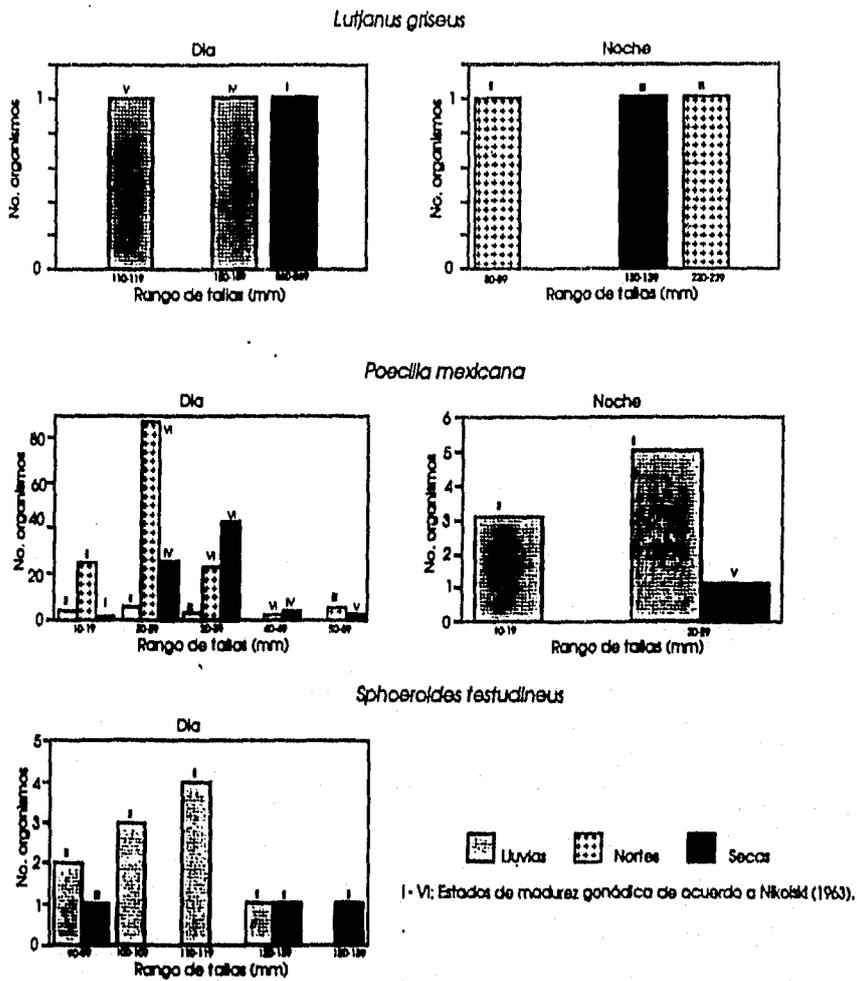


Figura 6. Variaciones estacionales y nictimerales de los Componentes Comunitarios de las comunidades de peces en Estero Pargo, Laguna de Términos.

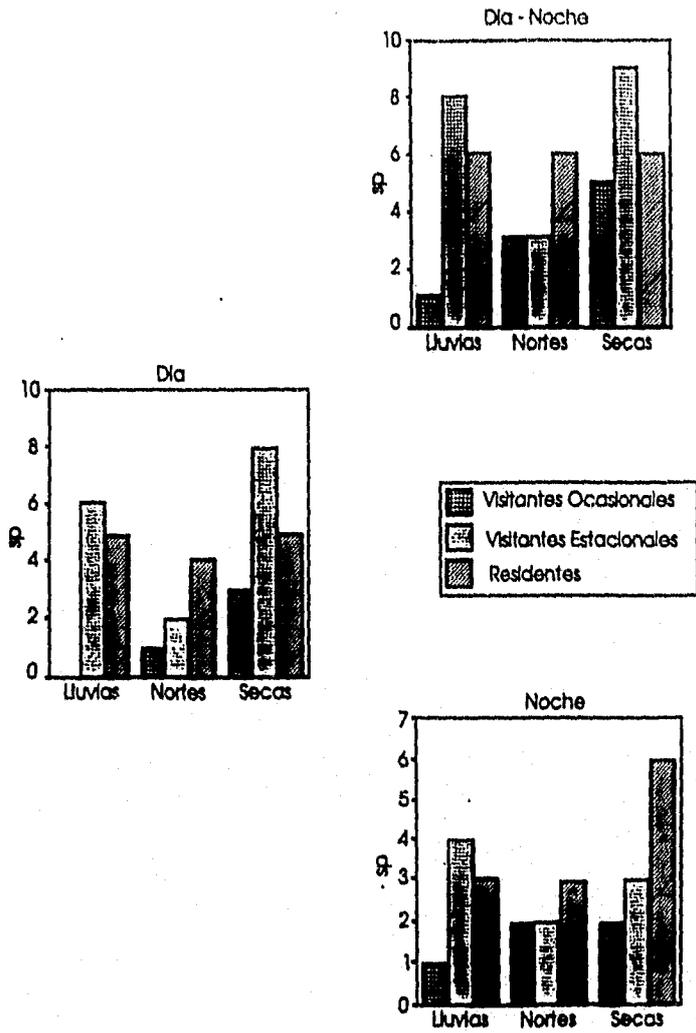


Tabla 8. Componentes comunitarios, categorías ictiotróficas y especies con valor pesquero en Estero Pargo, Laguna de Términos.

ESPECIE	TS	CC	CT	EIP	TIPO DE APROVECHAMIENTO
<i>Achirus lineatus</i>	M	VO	2	A	Harinas y pulpa
<i>Anchoa mitchilli</i>	M	VE	1	A	Consumo ocasional
<i>Bardiella ronchus</i>	E	R	2-3	C	Consumo fresco
<i>Bathygobius soporator</i>	M	VO	3	B	Sin importancia económica
<i>Centropomus sp</i>	M	VO	3	C	Consumo fresco
<i>Chaetodipterus faber</i>	M	VE	1	A	Consumo fresco
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	D	VE	1-2	C	Consumo fresco
<i>Epinephelus itajara</i>	M	R	3	C	Consumo fresco
<i>Eucinostomus argenteus</i>	M	R	1	A	Consumo ocasional
<i>Eucinostomus gula</i>	M	VO	1	A	Consumo ocasional
<i>Eugerris cinereus</i>	M	VO	1	C	Consumo fresco
<i>Eugerris plumieri</i>	M	VE	1	C	Consumo fresco
<i>Gobiosoma bosci</i>	E	VE	1	B	Sin importancia económica
<i>Haemulon aeriolineatum</i>	M	VO	2	C	Consumo fresco, harinas y pulpa
<i>Haemulon plumieri</i>	M	VO	2	C	Consumo fresco
<i>Harengula jaguana</i>	M	R	1	C	Consumo fresco, ahumado, harinas y pulpa
<i>Hypsoblennius henzel</i>	M	VE	2	B	Sin importancia económica
<i>Lophogobius cypnooides</i>	M	VE	3	B	Sin importancia económica
<i>Lutjanus epodus</i>	M	VE	3	C	Consumo fresco
<i>Lutjanus griseus</i>	M	R	3	C	Consumo fresco
<i>Lutjanus synagris</i>	M	VE	3	C	Consumo fresco
<i>Opsanus beta</i>	M	VO	2	B	Sin importancia económica
<i>Poecilia mexicana</i>	D	R	1	A	Uso ornamental
<i>Sphaeroides testudineus</i>	M	VE	2-3	B	Sin importancia económica
<i>Strongylura natata</i>	M	VO	3	B	Sin importancia económica

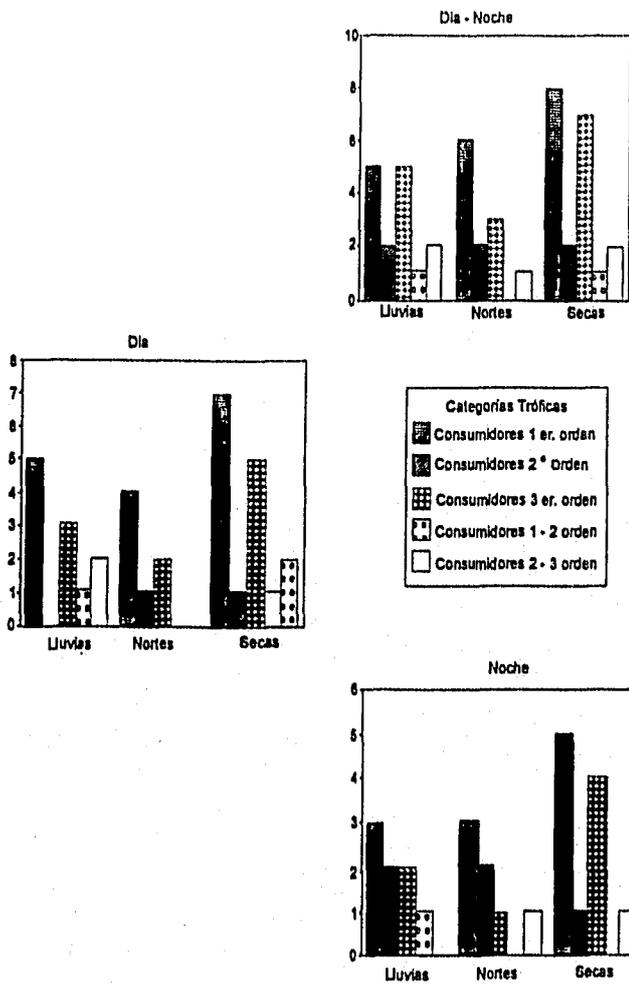
TS: tipos de especies por tolerancia a la salinidad (D: dulceacufoles, E: estuario y M: marino).
 CC: componentes comunitarios (VO: visitante ocasional; VE: visitante estacional; R: residente).
 CT: categoría trófica (1, 2 y 3: consumidor de 1er, 2o y 3er orden respectivamente).
 EIP: especies con importancia pesquera. A: uso potencial, B: s/ uso, C: uso actual
 1: Yáñez-Arancibia y Nugent (1977); Yáñez-Arancibia et al. (1988a).
 2: Vargas (1980); Vargas et al. (1981); Yáñez-Arancibia et al. (1994b).
 3: Yáñez-Arancibia et al. (1985a); Vera-Herrera et al. (1988).

Categorías ictiotróficas

En la Tabla 8 se muestra la categorización por tipo de alimentación para las especies colectadas durante este estudio. Nueve especies son consumidores primarios (36 %), cinco son consumidores secundarios (20 %), ocho especies son consumidores de tercer orden (32 %), una especie es consumidor de primero-segundo orden (4 %) y dos especies son consumidores de segundo-tercer orden (8 %).

En la Figura 7 se muestran las variaciones estacionales y nictimerales de las categorías tróficas identificadas. Se puede observar en orden de importancia, que existe una dominancia de consumidores de primer orden y tercer orden durante las tres épocas climáticas. También se observa que es durante el día cuando se presentan en la zona, la mayor proporción de estos consumidores.

Figura 7 Variaciones estacionales y nictimerales de las categorías ictiotróficas en Estero Pergo, Laguna de Términos.



Especies con Valor Pesquero

De las 25 especies identificadas en el área de estudio 12 (48 %) tienen importancia pesquera en la región y se consumen en fresco o se utilizan para la fabricación de harinas y pulpas de pescado, *P. mexicana* tiene importancia económica por su uso ornamental (acuariofilia), 5 especies (20 %) tienen importancia pesquera potencial y se consumen en forma ocasional. Las 7 especies restantes (28 %) no tienen un uso, sin embargo al igual que las otras especies tienen un importante valor ecológico como parte de la trama trófica en el ecosistema. En suma, el 72 % de las especies capturadas tienen un valor pesquero en la región (Tabla 8).

VII. DISCUSIÓN

Estero Pargo se caracteriza por ser un ambiente euhalino con mínima influencia de agua dulce (sólo durante la época de lluvias). Es un ambiente estable con una marcada influencia de la época de secas y nortes sobre la salinidad y oxígeno disuelto respectivamente. En época de secas la salinidad se incrementa en más de 10 ‰ comparativamente a las épocas de lluvias y nortes. Referente al oxígeno disuelto, su concentración alcanza los valores más elevados durante la época de nortes debido a la mezcla inducida por los vientos y por la productividad primaria del fitoplancton y macrófitas.

Las comunidades de peces del área de estudio, están directamente asociadas a la dinámica ambiental. Los mayores valores en la diversidad y abundancia de estos organismos, se presentan en las épocas de lluvias y secas. Esto puede estar asociado a: a) los altos niveles de nutrientes y de productividad acuática primaria que se registren durante la época de lluvias, por la mayor descarga fluvial y b) por los altos niveles de producción inducidos parcialmente por el drenaje de aguas procedentes de los manglares durante la época de secas (Day *et al.*, 1982; Day *et al.*, 1987 y 1988; Yáñez-Arancibia y Day, 1982; Rivera *et al.*, 1995; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993a).

A pesar de que el manglar proporciona durante el día y la noche áreas de alimentación, crianza, protección y reproducción para la comunidad ictiofaunística, los valores de diversidad y abundancia son ligeramente mayores durante el día, incluso *A. lineatus*, *B. soporator*, *E. gula*, *E. cinereus*, *E. plumieri*, *O. beta* y *S. testudineus* sólo utilizan el manglar durante el día, probablemente con fines de alimentación y protección debido a que se trata en su mayoría de ejemplares juveniles.

Lo anterior puede deberse; a que algunas especies que utilizan el manglar con cierto fin, migran hacia hábitats vecinos durante la noche, o que durante el día, estas migren de áreas vecinas hacia las zonas de manglar.

Diversos autores han documentado este tipo de migraciones y comportamientos, por ejemplo Zieman (1982) señala la migración de algunas especies de peces de zonas de pastos marinos a zonas de manglar en el sur de Florida; Yáñez-Arancibia *et al.* (1993a y 1994b) sugieren que algunas comunidades de peces de Laguna de Términos, utilizan el manglar como refugio durante el día y migran a zonas de pastos marinos durante la noche para alimentarse; este mismo comportamiento es descrito por Vega-Cendejas *et al.* (1994) para Celestún en México y por Thayer *et al.* (1988) para Florida en los Estados Unidos. Valdés-Muñoz (1987), señala en un estudio de conducta diurna-nocturna para la ictiofauna en zonas de manglar y pastos marinos en Cuba, que algunas especies de hábitos diurnos utilizan al manglar

como zonas de alimentación y durante la noche migran hacia zonas de pastos marinos para protegerse y evitar la depredación.

Referente a las especies dominantes, *Bardiella ronchus* es una especie típicamente estuarina (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b y 1988a) que se encuentra representada por un amplio rango de tallas todo el año, pero predominando las etapas juveniles. La abundancia de juveniles, es una evidencia de que esta especie utiliza los manglares de Estero Pargo como área de crianza. Por su abundancia y frecuencia *B. ronchus* es una especie residente.

Chaetodipterus faber, es una especie marina dominante en la comunidad, que utiliza el hábitat de manglar estacionalmente en nortes y sobre todo en secas, como áreas para la alimentación y maduración de adultos, como lo demuestra la dominancia de organismos maduros sexualmente.

Eucinostomus argenteus es una especie marina con dependencia estuarina que es dominante en la comunidad. Su abundancia y frecuencia la definen como una especie residente permanente. La abundancia de organismos juveniles durante todo el año, indica que utiliza el manglar como una zona de crianza y protección.

Lutjanus griseus también es una especie marina dominante en la comunidad. Por su abundancia y frecuencia durante todo el año, es una especie residente permanente que utiliza las zonas de manglar como zonas de alimentación y maduración de adultos, lo cual se evidencia por la dominancia de organismos adultos y maduros sexualmente.

Poecilia mexicana es una especie permanente y dominante en la comunidad, de origen dulceacuñola. Tomando en cuenta la presencia de organismos juveniles, adultos y reproductores, puede inferirse que esta especie utiliza el manglar de la zona como una área de alimentación, crianza y reproducción.

Sphaeroides testudineus, es una especie marina que es dominante en la comunidad y que utiliza el área como visitante estacional, principalmente para la alimentación y maduración de organismos adultos.

La presencia de las especies dulceacuñolas *C. urophthalmus* y *P. mexicana* en un medio con una salinidad promedio de 33 ‰, se explica por su condición de especies eurihalinas que utilizan las zonas de manglar para completar algún estado de su ciclo de vida. *C. urophthalmus*, incluso realiza todo su ciclo de vida en el litoral interno de Isla del Carmen, efectuando micromigraciones entre la zona de pastos marinos y las zonas de manglar como estrategia alimenticia y reproductiva (Caso, 1986; Lara-Domínguez *et al.*, 1988). Reséndez (1983a) y Yáñez-Arancibia *et al.* (1994b), reportan a *P. mexicana* como una especie que

utiliza la zona de manglares de Laguna de Términos. Como en el caso de *C. urophthalmus*, *P. mexicana* realiza todo su ciclo de vida en la zona de manglares y los utiliza como áreas de alimentación, crianza y reproducción.

Con relación a los componentes comunitarios, se observó una dominancia de visitantes estacionales y ocasionales, que en su mayoría son especies marinas y en menor proporción especies estuarinas y dulceacuícolas. El hecho de que al menos 16 especies de peces de las 25 registradas para este estudio, utilicen el manglar en forma estacional o permanente como áreas de alimentación, crianza, protección y reproducción, demuestra su valor ecológico como hábitat crítico para dichas especies.

Referente al tipo de consumidores, se observó una dominancia de peces consumidores de tercer y primer orden, con 9 y 8 especies respectivamente, principalmente durante las épocas de secas y lluvias. Se observó también, que es mayor la proporción de ambos tipos de consumidores durante el día que en la noche.

Considerando que de las 25 especies de peces registradas en este estudio, el 72 % representan recursos pesqueros importantes (para consumo humano directo, para la producción de harina o para fines ornamentales), puede inferirse indirectamente que el valor económico del manglar como hábitat crítico, es al menos equivalente al valor monetario de dichos recursos.

Yáñez-Arancibia *et al.* (1995) ha determinado el valor económico del manglar para la región de Laguna de Términos en \$ 17, 492.4 por hectárea de manglar al año, en función de los recursos naturales (recursos forestales y pesqueros) y de algunas funciones ecológicas (filtrado natural de aguas residuales y hábitat crítico) que proporciona.

En la Tabla 9, se presenta el valor indirecto del manglar en términos de pesquerías dependientes como las de algunas especies de peces, crustáceos y moluscos. En dicha tabla, se puede observar que el valor del manglar como hábitat crítico específicamente para dos especies de pargos es de \$ 57 /ha/año. Este valor puede ser muy superior para el área de estudio, si se valoran monetariamente las 16 especies de peces de este trabajo que utilicen al manglar como hábitat crítico en forma estacional o como residentes.

Tabla 9. Valor económico del manglar como hábitat crítico para especies con valor pesquero de la región de Laguna de Términos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1995).

Pesquerías Dependientes del manglar	Valor de Uso (\$ / ha / año)
Jaiba (<i>Callinectes sapidus</i>).	71.0
Ostrión (<i>Crassostrea virginica</i>).	185.0
Valor de Uso Directo	256.0
Camarón (<i>Penaeus setiferus</i>)	9635.0
Pargos (<i>L. synagris</i> y <i>L. griseus</i>)	57.0
Valor de Uso Indirecto	9692.0
Total	9948.0

VIII. CONCLUSIONES

- ① La fauna ictiológica asociada al ecosistema de manglar en Estero Pargo consiste al menos de 25 especies, 9 de ellas utilizan el manglar en forma ocasional, 10 en forma estacional y 6 en forma permanente. En cuanto a su tolerancia a la salinidad 21 especies son marinas, 2 estuarinas y 2 dulceacuícolas.
- ② La comunidad tiene 6 especies dominantes; *B. ronchus*, *C. faber*, *E. argenteus*, *L. griseus*, *P. mexicana* y *S. testudineus*. Estas especies constituyen el 75.1 % del número de individuos y el 86.5 % en peso de la captura total.
- ③ La diversidad y abundancia de las comunidades de peces, esta modulada estacionalmente por factores físico-ambientales y ecológicos como son los altos niveles de nutrientes y de productividad acuática primaria inducidos en la época de lluvias por la descarga de los ríos y por los drenajes procedentes del manglar en la época de secas. La diversidad y abundancia de las comunidades de peces, presentan variaciones nictimerales que probablemente se deben a patrones de micromigración de los peces entre la zona de manglar y las zonas de pastos marinos adyacentes como estrategias alimenticias y de protección a la depredación.
- ④ Por el tipo de alimentación, 9 especies son consumidores primarios, 5 consumidores secundarios, 8 consumidores de tercer orden, 1 consumidor de primero-segundo orden y 2 especies consumidoras de segundo-tercer orden.
- ⑤ Existe un predominio de estadios juveniles y preadultos en la comunidad ictiofaunística durante todo el año.
- ⑥ De las 25 especies identificadas que utilizan el manglar en forma ocasional, estacional o permanente con fines de alimentación, crianza, protección o reproducción, el 72 % son de importancia pesquera en la región.

- ⑦ Considerando: a) los seis puntos anteriores, b) que los manglares del área de estudio ofrecen un espacio idóneo para la protección de los peces contra la depredación y un ambiente de elevada productividad acuática y alta disponibilidad de alimento, c) que los manglares también son utilizados como rutas de ciertos patrones de migración de peces hacia hábitats vecinos como son los pastos marinos y d) el hecho de que 16 especies de peces de las 25 registradas en este estudio, utilizan el manglar en forma estacional o permanentemente, puede concluirse que: *El manglar de Estero Pargo, Laguna de Términos conforma un hábitat crítico al menos para 16 especies de peces, y que este hábitat tiene su propia identidad físico-ambiental que modula la estructura de las poblaciones y comunidades de peces que lo utilizan.*

IX. RECOMENDACIONES

- 1 El objetivo del presente estudio, fue determinar cuantitativamente el valor ecológico del manglar de Estero Pargo como hábitat crítico para las comunidades de peces de la Laguna de Términos. El valor de este tipo de manglar se puede aplicar a toda la banda de manglares de la laguna donde predomina la influencia marina, como son los manglares del litoral interno de Isla del Carmen y de Puerto Real. Sin embargo, existen manglares donde se presenta la mayor influencia de los ríos como son los manglares riverinos de los sistemas fluvio-lagunares de Palizada, Pom-Atasta, Candelaria y Chumpán, que conforman un hábitat crítico para las comunidades de peces adaptadas a las características físico-ambientales propias de estos ambientes.

Por lo tanto, con el fin de tener una visión global del valor de los manglares de Laguna de Términos como hábitat crítico para la comunidad ictiofaunística, se recomienda valorar cuantitativamente esta función ecológica para los manglares riverinos de los sistemas fluvio-lagunares citados.

- 2 Organismos como crustáceos y moluscos también utilizan al manglar como áreas para la alimentación, crianza y reproducción. Algunos de ellos como el camarón, jaiba y ostión conforman importantes recursos pesqueros en la región de Laguna de Términos. Por lo tanto es importante también realizar estudios que permitan determinar cuantitativamente el grado de utilización del manglar por estos organismos.
- 3 A pesar de que existen valoraciones económicas del manglar como hábitat crítico para especies con importancia pesquera en la región de Laguna de Términos (Yáñez-Arencia *et al.*, 1995), estas son parciales debido a que consideran unos cuantos recursos pesqueros dependientes del manglar. Por lo tanto se recomienda profundizar en estudios estadísticos relacionados con volúmenes y valor económico de las capturas de la mayor parte de recursos pesqueros (peces, crustáceos y moluscos) que dependen del manglar, así como del esfuerzo pesquero involucrado. Esta información permitiría definir un valor económico más real del manglar como hábitat crítico.
- 4 La determinación cuantitativa del valor ecológico y económico del manglar como hábitat crítico para la comunidad ictiofaunística y pesquera de una región, es una herramienta muy valiosa para la planificación y manejo de una zona costera, así como para la toma de decisiones acerca de su

conservación, utilización o conversión. Por lo que, este tipo de estudios deberían ser requeridos e implementados en los principales instrumentos de manejo utilizados para la zona costera de nuestro país como son el ordenamiento ecológico y la evaluación del impacto ambiental.

- ⑤ No todas las zonas de manglar del país están sujetas a un estatus de protección, lo que induce su deterioro y la pérdida de recursos y funciones ecológicas (ver Tabla 1), entre ellas la de hábitat crítico. Debido a lo anterior, se recomienda diseñar un *Programa Nacional de Conservación de Manglares*. Los objetivos más importantes de este programa deberían ser: la realización de un inventario nacional de zonas de manglar, el desarrollo de investigaciones orientadas a evaluar el valor ecológico y económico de estos ecosistemas, así como el desarrollo de proyectos que permitan la conservación y uso sostenible de los manglares del país, así como la definición de un marco legal y administrativo para tales fines.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

Al M. en C. José Luis Rojas Galavíz por su valiosa conducción como asesor durante mis estudios de maestría y como asesor de esta investigación.

Al Dr. Alejandro Yáñez-Arancibia por su valiosa conducción en mi vida académica.

Al M. en C. Francisco Vera-Herrera, M. en C. Carlos Coronado y M. en C. Hernán Álvarez Guillén por su invaluable apoyo durante el trabajo de campo y procesamiento de datos.

A los profesores Dr. Alfonso Vázquez Botello, Dr. David A. Salas de León, M. en C. Raúl Glo Argáez, M. en C. Francisco Vera-Herrera y al Dr. Felipe Amezcua Linares por sus importantes comentarios y revisión crítica de este trabajo.

Al Dr. John W. Day por su valiosa orientación y sugerencias durante la elaboración de este documento.

Al Dr. Felipe Vázquez Gutiérrez por su orientación académica y apoyo administrativo.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX) de la Universidad Autónoma de Campeche por el apoyo institucional y financiero para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-León, A., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1986. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarra de Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Guerreidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, Univ. Nac. Autón. México, 9 (1): 213-250.
- Babler, S. J. M., 1980. Feeding selectivity of a guild of piscivorous fish in mangrove areas of north-west Australia. *Australian Journal Marine Freshwater Research* 37: 329-336.
- Barbier, E. B., 1989. The economic value of ecosystem: 1.- Tropical wetlands. Gatekeeper Series No. LEEC 89-02. London Environmental Economics Centre, London, 15 p.
- Bergstrom, J. C., J. R. Stoll, J. P. Titre y V. L. Wright, 1990. Economic value of wetlands-based recreation. *Ecological Economics* 2: 129-147.
- Bosch, D. F. y R. E. Turner, 1984. Dependence of fishery species on salt marshes: The role of food and refuge. *Estuaries* 7(4A): 460-468.
- Caso Chávez, M., A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez, 1986. Biología, ecología y dinámica de las poblaciones de *Cichlasoma urophthalmus* (Gunter) (Pisces: Cichlidae) en habitats de *Thalassia testudineus* y *Rhizophora mangle*, Laguna de Términos, sur del Golfo de México. *Biótica*, 11 (2): 79-111.
- Castro-Aguirre, J. L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México. Dirección General Instituto Nacional de la Pesca, México, *Serie Científica*, 19: 1-298.
- Day, J. W. y A. Yáñez-Arancibia, 1988. Consideraciones ambientales y fundamentos ecológicos para el manejo de la región de Laguna de Términos, sus habitats y recursos pesqueros, Cap.23: 453-482. In: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) *Ecología de los Sistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México D.F. 748 p.
- Day, J. W., H. H. Day, M. T. Barreiro, F. Ley-Lou y C. J. Madden, 1982. Primary productivity in the Laguna de Terminos, a tropical estuary in the Southern Gulf of Mexico. Coastal Lagoons. P. Laserre & H. Postma (Eds.). *Oceanologica Acta* Vol. Spec., 5: 462 p.
- Day, J. W., Day, R. H., Barreiro, M. J., Ley-Lou, F. y Madden, C. J., 1987. The productivity and composition of mangrove forest, Laguna de Terminos, Mexico. *Aquatic Botany* 27: 267-284.

- Day, J. W., H. Conner, F. Ley-Lou, Day, R. H. y A. Machado, 1988. Productivity and composition of mangrove forest at Boca Chica and Estero Pargo, Chap. 14: 237-258. *In*: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) Ecología de los Sistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México D.F., 748 p.
- Díaz-Ruíz, S., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de pomadásidos de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Pomadasyidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, Univ. Nac. Autón. México, 9 (1): 251-278.
- García, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Inst. Geoffs. Univ. Nal. Autón. de México, 246 p.
- Graham, D. S., Daniels, J. P., Hill, J. M. y Day J. W., 1981. A preliminary model of the circulation of Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, Univ. Nal. Autón. México 8:51-62.
- Hamilton, L. S. y S. C. Snedaker (Eds.), 1984. Handbook for mangrove area management. United Nations Environment Programme and Policy Institute, East-West Centre, Hawaii.
- Hamilton, L. S., J. Dixon y G. O. Miller., 1989. Mangrove forest: an undervalued resource of the land and of the sea, 254-259. *In*: Mann B. E., N. Ginsburg and J. R. Morgan. Ocean Yearbook 8. University of Chicago Press.
- Jordan, D. S. y B. W. Evermann, 1986-1900. The fishes of North and Middle America. *Bull. U. S. Nat. Mus.*, 1-4 (47): 1-3313 pp.
- Lara-Domínguez, A. L., M. Caso Chávez y A. Yáñez-Arancibia, 1988. Modelos de ciclos de vida de peces estuarinos en el sur del Golfo de México: anadromía y catadromía tropical en *Arius melanopus* (Ariidae), *Bardilla cysoura* (Scianidae) y *Cichlasoma urophthalmus* (Cichidae). 403-421. *In*: Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva Memorias. INIREB-División Regional-Tabasco, Gobierno del Estado de Tabasco. 714 p.
- Lara-Domínguez, A. L., A. Yáñez-Arancibia, G. Villalobos Zapata y E. Rivera Arriaga, 1991. Hábitat crítico: teoría y concepto de ecología funcional en la zona costera. *Jaina* 2(2): 10.
- Ley-Lou, F., 1985. Aquatic primary productivity: nutrient, chemistry and oyster community ecology in a mangrove-bordered tidal channel, Laguna de Terminos, Mexico. Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge, 59 p.

Lewis, R. R., R. G. Glemore Jr., D. W. Crews y W. E. Odum, 1985. Mangrove habitat and fishery resources of Florida. Florida aquatic habitat and fishery resources. W. Seaman Jr (Ed.), American Fisheries Society Kissimmee Fla.

Mallard, C. L., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de los tetraodontidos de la Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Tetraodontidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol*, Univ. Nac. Autón. México, 9 (1): 161-211.

Mancilla, M. y Vargas, M., 1980. Los primeros estudios sobre el flujo neto de agua a través de la Laguna de Términos, Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nac. Autón. México, 7: 1-14.

Meek, E. S. y S. F. Hildebrand, 1923-1928. The marine fishes of Panama. *Field Mus. Nat. Hist. Publ. Zool. Ser.* 15 (215, 226, 249): 1-1045.

Margalef, R., 1969. Perspectives in ecological theory. The University of Chicago Press, Chicago, 111 p.

Nikolsky, G. V., 1963. The ecology of fishes. Academic Press Inc., New York. 352 p.

Odum, W. E. y E. J. Heald, 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science* 22: 671-738.

Odum, W. E. y Heald, E. J., 1975. The detritus based food web of an estuarine mangrove community: 265-286. In: Cronin, L. E. (Ed.) Estuarine Research, Academic Press, Inc., New York., 1: 309 p.

Odum, W.E., C.C. McIvor y T. J. Smith, 1982. The ecology of the mangroves of south Florida: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services Washington, D.C. FWS / OBS-81 / 24.

Phleger, F. B. y Ayala-Castañares A., 1971. Process and history of Laguna de Terminos, Mexico. *Bulletin of the American Association of Pretologist and Geologists* 55: 2130-2140.

Pielou, E. C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal Theoretical Biology* 13: 131-144.

Pinto, L., 1988. Population dynamics and community structure of fish in the mangroves of Pagbilao, Philippines. *Journal Fisheries Biology* 33 (Supl. A): 35-44.

Reséndez, M. A., 1983a. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México, I. *Biótica* 6 (3): 239-291.

Reséndez, M. A., 1983b. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México, II. *Biótica* 6 (4).

Rivera-Monroy, V., J. W. Day Jr., R. R. Twilley, F. Vera-Herrera y C. Coronado-Molina, 1995. Flux of nitrogen and sediment in a fringe mangrove forest in Terminos Lagoon, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40: 139-160.

Robertson, A. y N. C. Duke, 1990. Mangrove fish-communities in tropical Australia: spatial and temporal patterns in densities, biomass and community structure. *Marine Biology* : 369-379.

Saenger, P. 1982. Morphological, anatomical and reproductive adaptations of Australian mangroves, 153-191. *In*: Mangrove ecosystems in Australian National University Press, Canberra.

Saenger, P., E. J. Heger y J. D. S. Davie. 1983. Global status of mangrove ecosystems: UICN, Comision on Ecology Papers No. 3, Suppl. 3, Gland Switerland, 88 p.

Saenger, P., 1989. Functional assessment and evaluation of mangroves on the north Pacific Coast of Nicaragua. Report to IUCN / CATIE, Turrialba, Costa Rica. Centre for Coastal Management. University of New England, Northern Rivers, 20 p.

Salm, R. V., 1981. Fried rice without shrimp ? Conservation Indonesia: Newsletter of the WWF Indonesia Programme 5 (3):4-6.

Shannon, E. C. y W. Weanner, 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana. 119 p.

Snedaker, S. C. y M. S., Brown, 1981. Water quality and mangrove ecosystem dynamics. EPA-600 / 4-81 / 022. U. S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Gulf Breeze, Florida, 80 p.

Snedaker, S. C. y C. D. Getter, 1985. Pautas para el manejo de los recursos costeros. Serie de Información sobre Recursos Renovables Publicación No. 2 sobre Manejo de Costas. National Park Service, USA, 286 p.

Soto, R. S., 1988. Deforestación y otros tipos de perturbaciones en los manglares del Pacífico de Costa Rica, Cap. 14: 177-200. *In*: Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva, INIREB-División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco, 714 p.

- Taylor, J. G., 1988. La importancia de los manglares en la política, planteamiento y manejo de los recursos naturales costeros. Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA), Venezuela, 38 p.
- Thayer, W. G., D. R. Colby y W. H. Hettler, Jr., 1987. Utilization of the red mangrove prop root hábitat by fishes in south Florida. *Marine Ecology and Progress Series* 35: 25-38.
- Thayer, W. G., D. R. Colby y W. H. Hettler, Jr., 1988. The mangrove prop root hábitat: a refuge and nursery area for fishes. Cap. 3: 15-31. *In: Memorias del Simposio Internacional sobre Ecología y Conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB-División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco, 714 p.
- Turner, K., 1991. Economics and wetland management. *Ambio* 20(2): 59-63.
- Twilley, R. R., 1985. Exchange of organic carbon in basin mangrove forests in a southwest Florida estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 20: 543-557.
- Valdes-Muñoz, E., 1987. Conducta diurna-nocturna de la ictiofauna de los manglares y zonas adyacentes. Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología No. 60. Academia de Ciencias de Cuba, 16 p.
- Vargas, M. I., 1980. Aspectos ecológicos y estructura de las comunidades de peces en áreas de vegetación litoral y sumergida (*Rhizophora mangle* - *Thalassia testudinum*) de la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias, 90 p.
- Vargas, M. I., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua Linares, 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle*, *Thalassia testudinum* de la isla del Carmen. Laguna de Términos. Sur del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, Univ. Nac. Autón. México 8(1): 241-266.
- Vega-Cendejas, M. E., U. Ordóñez y M. Hernández, 1994. Day-nigth variation of fish population in the mangrove of Celestun Lagoon, Mexico. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 20: 99-108.
- Vera-Herrera, F. J. L. Rojas Galavíz, C. Fuentes Yaco, L. Ayala Pérez, H. Alvarez-Guillén y C. Coronado Molina, 1988. Descripción ecológica del sistema fluvio - lagunar - deltáico del Río Palizada, Cap. 4: 51-88. *In: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) Ecología de los Sistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México D.F., 748 p.

Wilhm, J. L., 1968. Use of biomass in Shannon's formula. *Ecology*, 49(1): 153-156.

Yáñez-Arancibia, A. y R. S. Nugent, 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Cent. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Autón. México, 4 (1): 107-114.

Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr., 1982. Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-estuarine system in the southern Gulf of Mexico. *Oceanologia Acta* 5: 431-440.

Yáñez-Arancibia, A. y A. Aguirre León, 1988. Pesquerías de la región de la Laguna de Términos, Cap. 22: 431-452. *In: Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day, Jr. (Eds.) Ecología de los Sistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos.* Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU, Editorial Universitaria, México D.F., 748 p.

Yáñez-Arancibia, A. y J. C. Seijo, 1991. Funciones ecológicas y valores económicos. *Jaina*, 2(2): 12-13.

Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua Linares y J. W. Day, 1980. Fish community structure and function in Términos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico, p. 465-485 *In: V. S. Kennedy (Eds.) Estuarine Perspectives* Academic Press Inc., New York, 495 p.

Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil y A. Lara-Domínguez, 1985a. Inventario evaluativo de los recursos del sur del Golfo de México. Los recursos actuales, los potenciales reales y perspectivas, Cap. 6: 255-274. *In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón.* Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D. F., 748 p.

Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, A. Aguirre-León, S. Díaz-Ruiz, F. Amezcua Linares, D. Flores Hernández y P. Chavance, 1985b. Ecology of dominant fish population in tropical estuaries: Environmental factors regulation biological strategies and production. *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, Yáñez-Arancibia, A (Ed.), Editorial Universitaria, UNAM-PUAL-ICMyL, México D. F., 654 p.

Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, J. L. Rojas Galavíz, H. Álvarez-Guillen, G. Soberón-Chavez, J. W. Day, 1988a. Dinámica de las comunidades nectónicas costeras en el sur del Golfo de México, Cap. 19: 357-380. *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. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México D.F., 748 p.

Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, J. L. Rojas Galavíz, P. Sánchez-Gil, J. W. Day, Jr y C. J. Madden, 1988b. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico), *J. Fish. Biol.* 33 (Supplement): 191-200.

Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, P. Chavance y D. Flores Hernández, 1988c. Comportamiento Ambiental de la Laguna de Términos, Cap. 2: 27-48. 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. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Coast. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México D.F., 748 p.

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

Yáñez-Arancibia, A., J. L. Rojas Galavíz, G. J. Villalobos Zapata, D. Zárate Lomelí, A. L. Lara-Domínguez, E. Rivera Arriaga, D. Flores Hernández, F. Arreguín Sánchez, P. Sánchez-Gil, J. Sánchez, J. Ramos Miranda, J. Benítez Torres, C. Bárcenas Pazos, C. Santibón Montes de Oca, A. Terán Cuevas, M. Roberts, E. Sáinz-Hernández, J. Gutiérrez Lara, F. Vera-Herrera, H. Alvarez-Guillén, T. Saavedra Vázquez y E. Gardea, 1993b. Estudio para la declaratoria como área ecológica de protección de flora y fauna silvestre y acuática de la región de Laguna de Términos, Campeche. Programa EPOMEX, Informe Técnico Final Convenio SEDESOL-UAC. Vols. I, II y III: 259 p. Láminas y 3 Anexos.

Yáñez-Arancibia, A. D. Zárate Lomelí, J. L. Rojas Galavíz y G. Villalobos Zapata, 1994a. Estudio de declaratoria como área ecológica de protección de flora y fauna silvestre de la Laguna de Términos, Campeche, México. , 152-159. In: Suman, D. O. (Ed.). *El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: Su manejo y conservación*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Universidad de Miami & The Tinker Foundation, 263 p.

Yáñez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, M. Vega-Cendejas, C. J. Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga, S. M. Hernández, U. Ordóñez, E. Pérez, H. Alvarez Guillén, F. Vera-Herrera, 1994b. Manejo y desarrollo sostenible de los manglares: funcionalidad ecológica de los sistemas de manglar en la Península de Yucatán. Informe Técnico Final Proyecto F467-N9109, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Dirección Adjunta de Investigación Científica, Programa de Apoyo a la Ciencia en México. CONACYT / UAC.

Yáñez-Arancibia, A., J. C. Seijo, A. L. Lara-Domínguez, G. J. Villalobos Zapata, E. Rivera Arriaga, J. L. Rojas Galavíz, M. A. Cabrera, J. Euán Avila y E. Pérez Espinoza, 1995. Valoración económica de los servicios de los ecosistemas: el caso de los manglares. Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Univ. Autón. de Camp., 95 p. + anexos.

Zárate, L. D. y J. L. Rojas Galavíz, 1996. La valoración económica del manglar en el proceso de la evaluación del impacto ambiental, Cap. 7: 1-15. In: Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (Eds.), Valoración económica de los manglares. EPOMEX Serie Científica 6. Universidad Autónoma de Campeche - WWF (en prensa).

Zieman, J. C., 1982. The ecology of the seagrasses of south Florida: A community profile. U. S. Fish Wildl. Serv. FWS / OBS-82 / 85.