

46



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA CARRERA DE BIOLOGIA

COMPOSICION Y DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE LOS PECES DE LA LAGUNA PAJARERA CENTRAL, ISLA CONTOY, QUINTANA ROO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

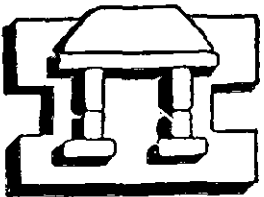
B I O L O G O

P R E S E N T A :

VICTOR DANIEL GARCIA HERNANDEZ

1970

DIRECTOR DE TESIS: DRA. MARIA EUGENIA VEGA CENDEJAS



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA,

2001

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Tenia yo monumentos de bronce, de lapislázuli, de alabastro... y de piedra caliza blanca... e inscripciones en arcilla cocida... Lo deposité en los fundamentos y lo dejé para tiempos futuros.

Esarhaddon, Rey de Asiria

DEDICATORIA

El presente escrito representa uno de los principales triunfos que he tenido, el cual dedico a las personas que a través del transcurso de mi vida han ayudado a forjar mi persona. A mis padres por mi existencia, por su comprensión y cariño que siempre me han brindado, por los sacrificios que realizaron durante mi formación académica. Siempre los he querido aunque nunca se los haya expresado. A mis hermanos por su apoyo incondicional, por desvelarse conmigo para ayudarme a terminar mis trabajos, por impulsarme a concluir mi carrera. A mis sobrinos por que son la alegría de la casa y por que reflejan la inocencia que todos deberíamos tener. A mis abuelos y en especial a Doña Victoria “mamá Toya”, que siempre esta conmigo. A mis tíos y primos que estuvieron presentes cuando necesite de su ayuda. En especial al amor de mi vida, mi pareja, compañera y amiga Elsa, por el amor y la motivación que siempre me ha brindado, por significar una parte importante de mi vida, con la cual he compartido momentos inolvidables, así como situaciones difíciles que nos han unido más. Te amare por siempre. A todos aquellos que he y me han considerado su amigo, de los cuales omito sus nombres por no querer olvidar a alguno de ellos, por los ratos tan amenos que pasamos.

Gracias por ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud a la Dra. María Eugenia Vega Cendejas, por su acertada dirección que hizo a mi trabajo de Tesis.

A Mirella que siempre tuvo tiempo para resolver las dudas que surgían en mi mente, a todos los integrantes del laboratorio de Ecología y Taxonomía de Peces.

Al Dr. Luis Capurro por su invaluable apoyo durante mi estancia en Mérida.

A los sinodos M. en C. Adolfo Cruz Gómez, M. en C. Rafael Chávez López, Biól. Asela del Carmen Rodríguez Varela y al Biól. Carlos M. Bedia Sánchez. Por sus acertados comentarios y críticas que realizaron a mi trabajo, enriqueciendo algunos aspectos de este estudio.

A las autoridades y personal del CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Por el apoyo recibido para la realización del presente trabajo.

A las autoridades y personal del Parque Marino Isla Contoy. Por las facilidades otorgadas para llevar a cabo este estudio.

El presente estudio forma parte de los resultado del proyecto de investigación “Ecología y evaluación de las poblaciones de peces en los sistemas costeros del Parque Marino Isla Contoy” auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT) mediante el programa Sistema Regional De Investigación Justo Sierra Méndez (SISIERRA).

Contenido

Resumen	1
Introducción	1
Objetivo general	3
Objetivos particulares	3
Antecedentes	4
Área de estudio	5
Geomorfología	5
Edafología	6
Hidrología	6
Climatología	7
Componentes biológicos	7
Metodología	7
Actividades de campo	8
Actividades de laboratorio	8
Análisis de datos	8
Resultados	10
Hidrología	10
Abundancia	13
Dominancia	13
Zona de la Boca	19
Zona Interna	21
Discusión	23
Características hidrobiológicas	23
Comunidad	24
Distribución y ocurrencia estacional	27
Conclusiones	31
Literatura Citada	32

Resumen

La importancia de la biodiversidad es vital para un mejor conocimiento ecológico, biológico y económico de los recursos naturales. A pesar de que Isla Contoy se encuentra decretada como parque nacional, en la actualidad no cuenta con ningún estudio enfocado a la comunidad de peces asociada a sus lagunas. El presente estudio refleja la composición y distribución espacial y temporal de la comunidad íctica de una de estas lagunas: Pajarera Central. Para lo cual, se efectuaron seis muestreos bimensuales, acoplados a las épocas climáticas de la región, en la boca y zona interna de la laguna, mediante una red de chinchorro tipo playero. Se registraron parámetros ambientales por métodos convencionales, así como muestras de agua para determinación de nutrientes. El promedio anual de temperatura fue de 26.7°C, de salinidad 37.6‰, el de oxígeno 5.2 ml/l y una profundidad media de 0.8m. En el caso de los nutrientes se encontró un promedio de 4.8µM para el amonio, 0.4µM para los nitratos, 0.6µM para nitritos, 4µM para fosfatos y 5.5µM para silicatos. No se encontró diferencia significativa entre los parámetros fisicoquímicos, a excepción de los nitratos, nitritos, silicatos y fosfatos. Se colectó un total de 5178 ejemplares con una biomasa de 33.3 kg, agrupados en 25 familias con 43 especies, siendo las familias Engraulidae, Atherinidae, Cyprinodontidae y Gerridae las más representativas. De las 43 especies registradas 11 son exclusivas de la parte interna y 18 de la boca. Las especies más dominantes con base en su densidad fueron *Floridichthys polyommus*, *Eucinostomus argenteus* y *Atherinomorus stipes*, mientras que por su biomasa lo fueron *Lactophrys quadricornis*, *Lutjanus griseus* y *Haemulon sciurus*. Se presentó una variación espacial y temporal de la especie dominante en ambas zonas, en la boca durante el periodo de secas domino *Harengula jaguana*, en lluvias *E. argenteus* y en nortes *A. stipes*. Por su parte la zona interna estuvo dominada por *F. polyommus* en secas siendo sustituida por *E. argenteus* en lluvias y nortes. La mayor riqueza de especies se registró en la temporada de nortes en la boca (27) y la menor en lluvias en la misma zona. Se obtuvo el valor más alto de diversidad en la boca (3.6 bits/ind) y la mayor equidad (0.9) en época de secas. Mientras que la menor diversidad se presentó en esta misma época para la zona interna (0.9 bits/ind) y el menor valor de equidad (0.2). En la boca de la laguna la comunidad estuvo dominada por *A. stipes*, *Anchoa hepsetus* y *Anchoa lamprotaenia* con base en su densidad y por biomasa las especies dominantes fueron *L. quadricornis*, *L. griseus* y *H. sciurus*. En cuanto a la zona interna la comunidad estuvo dominada en densidad por *F. polyommus*, *E. argenteus* y *Cichlasoma urophthalmus* y por su biomasa por *Megalops atlanticus*, *Haemulon flavolineatum* y *L. griseus*. Laguna Pajarea Central alberga una amplia variedad de especies de origen diversos, con relación a la variación ambiental en el sistema. La comunidad de peces presenta una constancia espacio-temporal, resultado de la capacidad eurihalina de las especies. Los cambios de en la comunidad ocurren de acuerdo a la conducta trófica de cada especie y del uso que cada una le dé al sistema. La mayoría de las especies reportadas son especies forrajeras, que sirven de alimento a especies superiores. La Laguna Pajarera Central es utilizada en su mayoría por especies juveniles marinas como área de crianza, protección, alimentación y reclutamiento. Lo anterior revela una gran importancia que este hábitat proporciona, en cuestiones ecológicas, biológicas y en el sustento de recursos pesqueros de las zonas adyacentes.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas costeros tropicales y subtropicales como son el arrecifal, pastos marinos y bosques de manglar, se caracterizan por la diversidad de productores primarios y de microhábitats que determinan la presencia de comunidades biológicas diversas, tramas tróficas complejas con un alto grado de interacción entre la columna de agua y el fondo, un gran número de especies generalistas tróficos, y altas tasas de intercambio de materia orgánica y organismos tanto internamente como con ecosistemas vecinos (Day *et al.*, 1989). Los sistemas de lagunas costeras y estuarios son ambientes de gran importancia desde el punto de vista ecológico, biológico, pesquero y turístico; debido a lo anterior y a las propiedades biológicas y fisicoquímicas que poseen, estos ecosistemas costeros han sido estudiados por numerosos científicos de todo el orbe y una de las conclusiones más sobresalientes es el hecho de considerarlos dentro de los sistemas naturales más productivos del mundo (Alvarez *et al.*, 1986; Contreras, 1993).

En particular los sistemas estuarino-lagunares tropicales, constituyen sitios ecológicos de gran importancia por la magnitud de los procesos de interacción que se realizan entre la zona intermareal y las áreas adyacentes a ellos (Yáñez-Arancibia, 1978) Dichos ambientes presentan hábitats muy particulares los cuales se ven afectados por factores que inciden en la productividad biológica, como: geomorfología, batimetría, régimen de mareas, corrientes, descargas de ríos que aportan nutrientes (fosfatos, nitratos y materia orgánica en suspensión), temperatura, salinidad, vegetación circundante y sumergida (Day y Yáñez-Arancibia, 1982), lo que da lugar a que las comunidades bióticas que presentan estos sistemas sean distintas a las marinas y dulceacuícolas.

Estos ecosistemas presentan diversas características ambientales que influyen en la estructura de la comunidad (Alvarez *et al.*, 1990). La diversidad como una respuesta a un patrón estructural está relacionada con otras propiedades, como a su estabilidad y a las condiciones ambientales a que está expuesta (Krebs, 1978; Pianka, 1978), así también permite conocer la organización y la abundancia de cada elemento dentro del ecosistema (Álvarez *et al.*, 1990). De tal manera que la verdadera importancia que el sistema lagunar representa para la comunidad de peces, se basa en la diversidad de especies que aprovechan la variedad de hábitats que encuentran en estos sistemas; así como, la enorme producción de recursos que junto con los factores dinámicos determinan una variación espacio-temporal en las poblaciones neotónicas dentro del estuario, compuestas en su mayoría por larvas y juveniles (Thayer *et al.*, 1987; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1988; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1993). Muchas especies marinas utilizan las lagunas costeras como áreas de crianza, alimentación y reproducción, sobre todo para especies de importancia comercial, por lo que estos sistemas constituyen una importante dinámica en el flujo energético con el océano (Álvarez *et al.*, 1990; Tzeng y Wang, 1992; Kwang-Tsao *et al.*, 1999).

La utilización espacial y temporal del comportamiento íctico en diferentes hábitats de los sistemas costeros, es una respuesta de cada especie a restricciones fisiológicas determinadas por la variabilidad ambiental como la salinidad, turbidez y

requerimientos tróficos o reproductivos (Vega-Cendejas, 1998), también se presentan variaciones estacionales y cambios en su actividad durante el día y la noche como respuesta a estos factores (Rooker y Dennis, 1991).

El comportamiento de los parámetros ecológicos presenta un patrón relacionado con las propiedades intrínsecas de la comunidad; los cuales varían de acuerdo al número de especies, individuos, peso, diversidad, abundancia, riqueza, etc. Estos mismos parámetros ecológicos, están influenciados por diversos factores como época climática, lugar de muestreo y por la selectividad del arte de pesca (Álvarez *et al.*, 1986).

Los conceptos de distribución y abundancia relacionados con la comunidad están estrechamente ligados, aunque a primera vista pueden ser considerados como distintos (Andrewartha y Birch, 1954). Un punto importante de interés en el estudio de las comunidades es conocer el patrón de distribución de las especies, el cual varía de manera considerable dependiendo de los factores ambientales, biológicos y ecológicos. La abundancia fluctúa desde especies muy comunes hasta muy raras, y tanto unas como otras pueden ser abundantes en peso pero difieren en su abundancia por el número de individuos (Álvarez *et al.*, 1986).

Cabe mencionar que no obstante en México las investigaciones han estado orientadas hacia el conocimiento de la ecología costera, debido en gran parte a que estos sistemas constituyen una importante área de producción de energía, alimentos y recursos renovables, entre otros (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia, 1986); a la fecha no se tiene un conocimiento ni taxonómico y/o ecológico de las comunidades ícticas en algunos sistemas costeros. Tal es el caso del Parque Nacional Isla Contoy, cuyos sistemas lagunares que rodean la isla, constituyen un recurso alimenticio importante para las aves marinas presentes en la isla.

En este sentido se considera importante, realizar un estudio anual sobre la estructura de la comunidad de peces en uno de los sistemas lagunares de naturaleza permanente de Isla Contoy y de importancia por sus dimensiones como es el caso de la Laguna Pajarera Central.

OBJETIVOS GENERALES

Determinar la composición y distribución de la comunidad íctica con una base espacio-temporal de la Laguna de la Pajarera Central de Isla Contoy, Quintana Roo.

OBJETIVOS PARTICULARES

1.-Determinar la composición y variación espacio-temporal de la comunidad íctica en la Laguna Pajarera Central de Isla Contoy, Quintana Roo.

2.-Cuantificar la abundancia, en términos de densidad y biomasa en un periodo anual.

3.-Realizar un listado taxonómico de las especies ícticas de la Laguna Pajarera Central.

ANTECEDENTES

Los sistemas costeros debido a su gran complejidad, han sido objeto de una diversidad de estudios, encaminados principalmente al conocimiento de su funcionamiento y de la relación entre el ambiente y los componentes bióticos presentes en ellos (Contreras, 1993; Vega-Cendejas, 1998).

Existen muchos trabajos realizados sobre la comunidad de peces asociadas a este tipo de ecosistemas, los cuales abarcan diversas interacciones entre estos ecosistemas y la comunidad, así como con la misma comunidad. Específicamente acerca de los estudios que se han llevado a cabo para evaluar la ictiofauna que habita en estos sistemas, podemos mencionar a Yáñez-Arancibia (1978); Bravo-Núñez y Yáñez-Arancibia, (1979); Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia (1980); Robble y Zieman (1984); Álvarez-Guillén *et al.*, (1985); Álvarez *et al.*, (1986), Álvarez *et al.* (1990); Vega-Cendejas, (1990); Ordoñez-López, (1995); Lara-Domínguez *et al.* (1999); Kwang-Tsao *et al.* (1999). Estos últimos autores evaluaron la estructura de la comunidad de peces que viven en sistemas costeros asociados a zonas de vegetación sumergida

Algunos otros como Flores-Coto y Álvarez-Cadena (1980); Reséndez-Medina (1981a y 1981b), en Laguna de Términos, Méndez y Velarde (1982) en Boca del Carmen, Campeche; Mena-Abud (1994) y Vega-Cendejas *et al.* (1997) en la Reserva de Celestún, Yucatán, han realizado estudios relacionados con la ecología de los peces asociados a estos sistemas, añadiendo una descripción de los mismos, así también Vega-Cendejas *et al.* (1999) llevan a cabo una descripción de los peces en aguas hipersalinas de la Reserva Especial de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, donde toman en cuenta la ecología de las especies ubicadas en la zona, y Schmitter-Soto (1998) realiza un catálogo de los peces de Quintana Roo, incluyendo una descripción ecológica y taxonómica de las especies reportadas en la entidad.

Con respecto a estudios que se tienen acerca de fauna asociada al manglar en ecosistemas costeros, resaltan los de Vargas *et al.* (1981) en la Laguna de Términos, Campeche; Inclán (1989), en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo y Flores-Verdugo *et al.* (1990), en el Sistema Teacapán-Agua Brava. Estos estudios resaltan la importancia de este tipo de ecosistemas como hábitats críticos, para una gran diversidad de organismos acuáticos, tomando en cuenta la productividad primaria de éstos sistemas (Vega-Cendejas, 1998).

Estos ecosistemas costeros estuarinos se han reconocido por su importante función biológica para los organismos juveniles de especies marinas (Thayer *et al.*, 1978; Zieman *et al.*, 1984; Lewis *et al.*, 1985; Kwang-Tsao *et al.*, 1999). Además se ha estudiado la función de las lagunas con manglar, como zonas de alimentación en las primeras etapas del ciclo de vida de los peces y del alimento que los sustenta (Robertson y Duke, 1987; Thayer *et al.*, 1987; Tzeng y Wang, 1992; Heck., 1999), y el patrón de actividad diurna, lunar y estacional, así como la variación de la densidad en colectas diurnas y nocturnas (Rooker y Dennis, 1991; Vega-Cendejas *et al.*, 1994a; Yáñez-

Arancibia y Lara-Domínguez, 1983). Por otro lado Vega-Cendejas (1990); Mena-Abud (1994) y González-Acosta (1995) en Celestún, determinaron la estructura ictiofaunística y las especies dominantes en una base espacial-estacional dentro de la laguna y de las asociadas al manglar.

Así mismo se han reportado trabajos relacionados con el aspecto trófico de los peces que habitan estas zonas, entre ellos encontramos a Yáñez-Arancibia (1981); Vega-Cendejas y Hernández (1987); Vega-Cendejas *et al.* (1993); Vega-Cendejas *et al.* (1994b) y Vega-Cendejas (1998), que reportan flujos e interacciones tróficas en las comunidades de peces asociadas al manglar.

Para Isla Contoy solo se reportan los trabajos de Ekdale (1974) presentando una lista faunística de la isla, señalando haber capturado pequeños peces por medio de una draga pero sin especificar la especie. Villalobos (1979) realiza un inventario de la fauna isleña en general, en el que reporta doce especies de peces coralinos, posteriormente Morales y Salinas (1988) llevan a cabo un estudio de la ictiofauna asociada al arrecife coralino de Isla Contoy, registrando un total de 108 especies.

ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Isla Contoy, también llamada Isla de los Pájaros, se localiza en el municipio de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, a 30 km. al norte de Isla Mujeres, a 32.3 km. de Cabo Catoche y a una distancia de 12.8 km. de la costa noreste de la Península de Yucatán. Sus coordenadas geográficas son: 21° 27' 40" y 21° 32' 10" de latitud norte y 86° 46' 40" y 86° 47' 50" de longitud oeste (Fig. 1) (Programa de Manejo, 1997).

GEOMORFOLOGÍA: Se localiza en la amplia planicie Mérida-Valladolid-Puerto Juárez, que comprende la parte norte de la Península, también se le incluye en islas, bancos y arrecifes de la plataforma continental del Caribe mexicano (López-Ramos, 1978). Los afloramientos de la costa occidental sugieren que a partir de una masa arrecifal existieron una serie de cambios de depositación, causados por los movimientos de emersión y hundimiento de la Península. Al existir erosión en la zona se formaron depresiones las cuales han sido llenadas al elevarse el nivel del mar en los últimos 5000 años (Lankford, 1976). Isla Contoy posee una superficie de 238.2 ha, de las cuales 96.6% son tierra firme y pequeños islotes y 3.4% corresponde a lagunas interiores. La costa oriental es fundamentalmente rocosa con playas expuestas al fuerte oleaje provenientes del mar abierto y a los vientos dominantes del sureste, mientras que la occidental presenta numerosas playas cortadas por la boca de varias lagunas, presentando playas arenosas.

EDAFOLOGÍA: Los suelos de la isla son muy poco evolucionados, debido a su delgadez, son de tipo arenoso-pedregoso, carentes de materia orgánica que descansan sobre un lecho de roca calcárea

HIDROLOGÍA: Isla Contoy no cuenta con ningún cuerpo de agua dulce, carece de corrientes superficiales y presenta una alta tasa de filtración del agua de lluvia al subsuelo. Se considera que existe un buen drenaje superficial hacia las lagunas interiores y hacia el mar, con un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%.

Existen siete cuerpos de agua salada que en conjunto ocupan un área de 8 ha. Los principales sistemas lagunares de la isla ubicados de norte a sur son:

- a) Laguna Norte
- b) Laguna Pajarera norte
- c) Laguna Muerta
- d) Laguna Puerto Viejo
- e) Laguna Pajarera Central
- f) Laguna Garzas
- g) Laguna Pajarera Sur

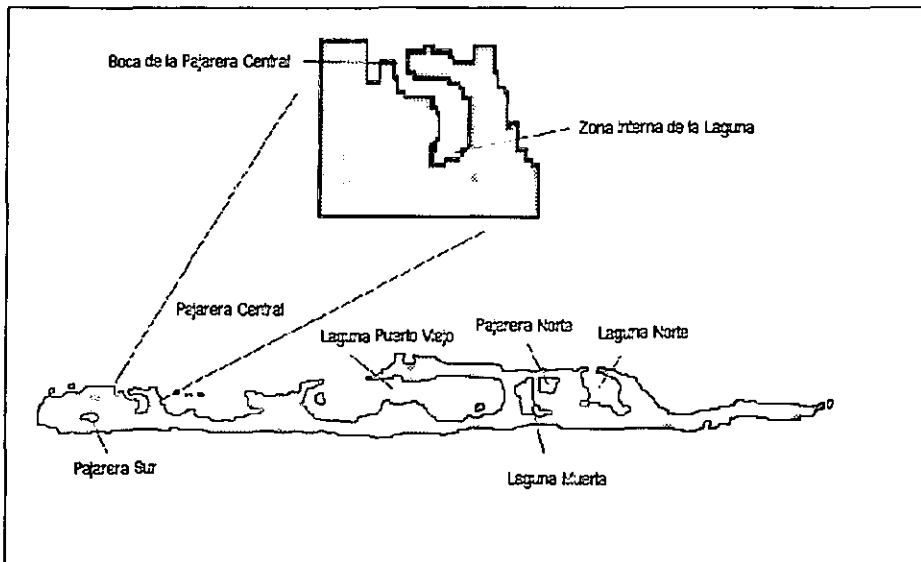


Fig. 1. Localización de las estaciones de muestreo en la Laguna Pajarera Central (modificado del Programa de Manejo, 1997).

Específicamente la Laguna Pajarera Central con una superficie aproximada de 30082.6m² se encuentra contigua a las instalaciones de la SEMARNAP, comunicándose al bajo por un canal que cruza el mangle, amplio y fácil de transitar. Las aguas de esta laguna son relativamente claras en las cercanías del canal, pero turbias y café en la parte este, con una fuerte eutroficación, debido principalmente a los nutrientes aportados por el guano de las aves que habitan en los manglares de la laguna. Kjerfve (1994) subdivide las lagunas costeras en tres tipos geomórficos principales: en estranguladas, restringidas y múltiples entradas. La laguna Pajarera Central se ubica dentro del primer tipo que consiste en una serie de células elípticas conectadas por un canal a lo largo de la costa con gran oleaje; el canal sirve de filtro dinámico eliminando corrientes y fluctuaciones en el nivel del agua dentro de la laguna, llegando a presentar hipersalinidad permanente o temporal.

CLIMATOLOGÍA: El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media es de 27.7 °C con poca oscilación mensual. Se presenta una precipitación anual de 980 mm (Programa de Manejo, 1997).

COMPONENTES BIOLÓGICOS: En la flora de Isla Contoy se reportan 98 especies divididas en 45 familias; y la existencia de dos grandes tipos de vegetación, representados por la vegetación halófila o de duna costera y el manglar (Flores, 1983). Para la fauna son pocos los trabajos realizados con una ausencia casi total de mamíferos, y reportándose quirópteros y fauna doméstica introducida. El grupo al que se le ha prestado más atención es al de las aves, con un total de 96 especies y 3 subespecies para la isla. En cuanto a reptiles se tiene un registro de 14 especies reportadas por Sánchez (1981).

Los estudios acerca de las comunidades marinas o acuáticas son muy limitados, conociéndose solo las especies de importancia comercial, entre ellas tenemos a la langosta (*Palinurus argus*), moluscos como el *Strombus gigas*, *S. costatus*, *Pinna carnea* y *Cassis tuberosa*. Se han registrado un total de 106 especies de organismos bentónicos arrecifales: 41 macroalgas, 2 de pastos marinos, 17 corales escleractinos, 14 de gorgonáceos, 23 de esponjas y 11 de otros organismos que incluyen equinodermos, anémonas, zoántidos y moluscos (Programa de Manejo, 1997).

METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo se llevaron a cabo seis muestreos bimensuales que abarcaron de abril de 1999 a enero del 2000, tomando en cuenta las tres épocas climáticas: secas (marzo-junio), lluvias (julio-octubre) y “nortes” (noviembre-febrero). La forma en que se agruparon las épocas esta en relación con la estacionalidad climática de la región en términos de pluviosidad, temperatura del agua y salinidad (Valdés *et al.*, 1988).

Específicamente la Laguna Pajarera Central con una superficie aproximada de 30082.6m² se encuentra contigua a las instalaciones de la SEMARNAP, comunicándose al bajo por un canal que cruza el mangle, amplio y fácil de transitar. Las aguas de esta laguna son relativamente claras en las cercanías del canal, pero turbias y café en la parte este, con una fuerte eutroficación, debido principalmente a los nutrientes aportados por el guano de las aves que habitan en los manglares de la laguna. Kjerfve (1994) subdivide las lagunas costeras en tres tipos geomórficos principales: en estranguladas, restringidas y múltiples entradas. La laguna Pajarera Central se ubica dentro del primer tipo que consiste en una serie de células elípticas conectadas por un canal a lo largo de la costa con gran oleaje; el canal sirve de filtro dinámico eliminando corrientes y fluctuaciones en el nivel del agua dentro de la laguna, llegando a presentar hipersalinidad permanente o temporal.

CLIMATOLOGÍA: El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media es de 27.7 °C con poca oscilación mensual. Se presenta una precipitación anual de 980 mm (Programa de Manejo, 1997).

COMPONENTES BIOLÓGICOS: En la flora de Isla Contoy se reportan 98 especies divididas en 45 familias; y la existencia de dos grandes tipos de vegetación, representados por la vegetación halófila o de duna costera y el manglar (Flores, 1983). Para la fauna son pocos los trabajos realizados con una ausencia casi total de mamíferos, y reportándose quirópteros y fauna doméstica introducida. El grupo al que se le ha prestado más atención es al de las aves, con un total de 96 especies y 3 subespecies para la isla. En cuanto a reptiles se tiene un registro de 14 especies reportadas por Sánchez (1981).

Los estudios acerca de las comunidades marinas o acuáticas son muy limitados, conociéndose solo las especies de importancia comercial, entre ellas tenemos a la langosta (*Palinurus argus*), moluscos como el *Strombus gigas*, *S. costatus*, *Pinna carnea* y *Cassis tuberosa*. Se han registrado un total de 106 especies de organismos bentónicos arrecifales: 41 macroalgas, 2 de pastos marinos, 17 corales escleractinos, 14 de gorgonáceos, 23 de esponjas y 11 de otros organismos que incluyen equinodermos, anémonas, zoántidos y moluscos (Programa de Manejo, 1997).

METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo se llevaron a cabo seis muestreos bimensuales que abarcaron de abril de 1999 a enero del 2000, tomando en cuenta las tres épocas climáticas: secas (marzo-junio), lluvias (julio-octubre) y "nortes" (noviembre-febrero). La forma en que se agruparon las épocas esta en relación con la estacionalidad climática de la región en términos de pluviosidad, temperatura del agua y salinidad (Valdés *et al.*, 1988).

ACTIVIDADES DE CAMPO

Debido al tamaño de la laguna (30082.6m²) y al difícil acceso por tierra, se decidió solo tomar dos estaciones de muestreo, una al fondo de la laguna (LN 21° 28' 23.0" y LW 86° 47' 34.1") y la otra en la boca (LN 21° 28' 06.5" y LW 86° 46' 39.6") ubicadas geográficamente por medio de un geoposicionador digital Magellan NaV DLX 10. Primeramente se tomaron los parámetros fisicoquímicos de cada zona de muestreo: la temperatura (°C), salinidad (‰), oxígeno disuelto (ml/l) con la ayuda de un oxímetro YSI modelo 85; la transparencia y profundidad se midió con un disco de Secchi, y por último los nutrientes amonio (µM), nitritos (µM), nitratos (µM), fosfatos (µM) y silicatos (µM) se determinaron en el Laboratorio de Química del CINVESTAV, Unidad Mérida.

La colecta del material biológico se realizó con una red de chinchorro tipo playero de 15 m de largo y 0.80 m de alto con una luz de malla de 1 pulgada; los especímenes colectados se preservaron en formaldehído al 30%, y a los organismos de mayor talla se les inyectó formaldehído a la misma concentración en la cavidad abdominal para detener el proceso de digestión. Finalmente los organismos se colocaron en bolsos de plástico etiquetadas con los datos básicos de colecta, para su traslado al laboratorio.

ACTIVIDADES DE LABORATORIO

Los organismos colectados se identificaron a nivel de especie utilizando bibliografía especializada, principalmente los trabajos de Randal (1968), Álvarez del Villar (1970), Taylor (1976), Dickson y Moore (1977), Fischer (1978), Guitar (1974), Robins *et al.*, (1986), Aguirre-León y Yáñez-Arancibia (1986), Cervigón (1991) Böhlke y Chaplin (1993), Humann (1994) entre otras. El orden sistemático se basó en el criterio de Greenwood *et al.* (1966), modificado por Nelson (1994). Los individuos después de identificados se contaron, pesaron y midieron (longitud estándar), posteriormente se procedió a la extracción de los estómagos y otolitos para estudios futuros.

ANÁLISIS DE DATOS

Se determinó la densidad y biomasa por unidad de área, estandarizado a 100m² para cada una de las especies registradas en cada zona de muestreo. La estructura de la comunidad se analizó de manera espacial y temporal por medio de sus principales descriptores como son la riqueza, dominancia, diversidad y equidad.

La riqueza específica (S) se consideró como el número de especies identificadas por sitio de muestreo y para el total de cada temporada climática. La equidad (E) se refiere a la estimación del máximo valor posible de la diversidad cuando todas las especies son igualmente abundantes y se obtiene a partir de la relación entre la diversidad observada H y la máxima Hmax (Pielou, 1969), los valores de equidad tienen intervalos de 1 (completamente iguales) a cero (no existe equidad), se obtiene con la fórmula:

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

La diversidad de especies (H') que toma en cuenta el número de especies y la distribución de la abundancia se determinó a partir del índice de Shannon-Wiener. Este índice derivado de la teoría de información, es una medida promedio de la incertidumbre en predecir a que especie pertenece un individuo seleccionado al azar de una colección de S especies y N individuos, el valor de diversidad se incrementa al existir un mayor número de especies y una mayor distribución de los individuos (Zar, 1974, Krebs, 1985). Se obtiene a partir de la ecuación:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i)$$

H' es la incertidumbre promedio por especie en una comunidad constituida por S especies con abundancias conocidas (p_i), la diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies presentan la misma abundancia, por el contrario la mínima cuando solo una de ellas es la más abundante y las demás solo presentan un solo individuo.

La dominancia se determinó para cada zona y en una base anual a partir del índice de Valor de Importancia (IVI). Se consideró este índice porque con base en la matriz de especies incorpora información adicional a la abundancia (A%), como es la distribución espacial o temporal de las especies (F%) y su biomasa (B%) (Brower y Zar, 1977). Se consideraron como dominantes aquellas especies que en conjunto constituyeron más del 50% de la abundancia total.

$$IVI = A\% + B\% + F\%$$

La determinación de los grupos de especies y abundancias entre ambas zonas se analizó aplicando el Índice de Disimilitud de Bray-Curtis (Clifford y Stephenson, 1975), el cual considera las proporciones en abundancias relativas entre las especies y se define por la siguiente ecuación:

$$D_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_{jk})}{\sum_{i=1}^n (X_{ij} + X_{jk})}$$

Donde : D_{jk} es el valor de similitud entre las unidades de muestreo j y k ; X_{ij} y X_{ik} representan la abundancia de la especie i la unidad de muestreo j y k , respectivamente.

Ésta es una técnica de clasificación jerárquica donde los subgrupos son dependientes unos de otros y aglomerativa, es decir que parte de los grupos que contienen

un solo objeto, que se unen gradualmente por su similitud hasta formar un grupo que permite identificar la existencia de asociaciones de especies y hábitats. Se encuentran valores de cero cuando hay una máxima similitud, a uno cuando un par de especies difieren completamente en sus abundancias. El índice de Bray Curtis se aplicó a los promedios de la abundancia por épocas climáticas, en un análisis modo Q, en base a las observaciones de la composición de especies, las abundancias se transformaron a logaritmos para evitar el riesgo de sobreestimar las especies dominantes en los datos analizados (Jensen, 1978). De la matriz de similitud generada, se construyó un dendrograma utilizando como algoritmo de agrupamiento el método de selección flexible (Lance y Williams, 1967). Este índice fue seleccionado como el más apropiado para determinar el porcentaje de disimilitud y para el análisis de agrupamiento debido a que refleja exactamente la disimilaridad entre la composición y abundancia de las especies (Bloom, 1981).

La estimación de los descriptores de la comunidad, se llevó a cabo con la ayuda del programa estadístico de computación denominado "Análisis de Comunidades" (ANACOM) desarrollado por De la Cruz (1994).

Los parámetros físico-químicos fueron comparados entre ambas zonas por un análisis estadístico de χ^2 de Pearson (Zar, 1974), para determinar las diferencias significativas existentes, con un nivel de confiabilidad de $\alpha=0.05$, las estimaciones se realizaron con el programa de computación STATISTICA.

RESULTADOS

HIDROLOGÍA

En la tabla 1 se observa que la temperatura promedio en el presente estudio fue de 26.7°C, con máximas en ambas zonas durante la época de lluvias y las mínimas en el periodo de "nortes". Aplicando el análisis de χ^2 , no se encontró una diferencia significativa entre ambas zonas de muestreo ($p>0.05$).

En el caso de la salinidad, ésta presentó el más alto valor en la zona interna de la laguna, mientras que el más bajo se obtuvo en la boca del sistema en la temporada de "nortes", teniendo un promedio al año de 37.6‰ (Tabla 1). Los valores reportados no difieren significativamente entre la boca y la zona interna de la laguna ($p>0.05$).

La profundidad presentó poca variación con los valores máximos durante los periodos de secas y lluvias, en la zona de la boca, mientras que la mínima se registró durante el periodo de "nortes" y lluvias, en la parte interna de la laguna, con un promedio a lo largo del año de 0.8m (Tabla 1). En éste parámetro tampoco se observó una diferencia significativa ($p>0.05$) entre las áreas de estudio (Fig. 2).

un solo objeto, que se unen gradualmente por su similitud hasta formar un grupo que permite identificar la existencia de asociaciones de especies y hábitats. Se encuentran valores de cero cuando hay una máxima similitud, a uno cuando un par de especies difieren completamente en sus abundancias. El índice de Bray Curtis se aplicó a los promedios de la abundancia por épocas climáticas, en un análisis modo Q, en base a las observaciones de la composición de especies, las abundancias se transformaron a logaritmos para evitar el riesgo de sobreestimar las especies dominantes en los datos analizados (Jensen, 1978). De la matriz de similitud generada, se construyó un dendrograma utilizando como algoritmo de agrupamiento el método de selección flexible (Lance y Williams, 1967). Este índice fue seleccionado como el más apropiado para determinar el porcentaje de disimilitud y para el análisis de agrupamiento debido a que refleja exactamente la disimilaridad entre la composición y abundancia de las especies (Bloom, 1981).

La estimación de los descriptores de la comunidad, se llevó a cabo con la ayuda del programa estadístico de computación denominado "Análisis de Comunidades" (ANACOM) desarrollado por De la Cruz (1994).

Los parámetros físico-químicos fueron comparados entre ambas zonas por un análisis estadístico de χ^2 de Pearson (Zar, 1974), para determinar las diferencias significativas existentes, con un nivel de confiabilidad de $\alpha=0.05$, las estimaciones se realizaron con el programa de computación STATISTICA.

RESULTADOS

HIDROLOGÍA

En la tabla 1 se observa que la temperatura promedio en el presente estudio fue de 26.7°C, con máximas en ambas zonas durante la época de lluvias y las mínimas en el periodo de "nortes". Aplicando el análisis de χ^2 , no se encontró una diferencia significativa entre ambas zonas de muestreo ($p>0.05$).

En el caso de la salinidad, ésta presentó el más alto valor en la zona interna de la laguna, mientras que el más bajo se obtuvo en la boca del sistema en la temporada de "nortes", teniendo un promedio al año de 37.6‰ (Tabla 1). Los valores reportados no difieren significativamente entre la boca y la zona interna de la laguna ($p>0.05$).

La profundidad presentó poca variación con los valores máximos durante los periodos de secas y lluvias, en la zona de la boca, mientras que la mínima se registró durante el periodo de "nortes" y lluvias, en la parte interna de la laguna, con un promedio a lo largo del año de 0.8m (Tabla 1). En éste parámetro tampoco se observó una diferencia significativa ($p>0.05$) entre las áreas de estudio (Fig. 2).

Los valores más altos en la concentración de oxígeno se registraron en la boca durante la época de lluvias, mientras que los mínimos en los meses correspondientes al periodo de secas en la parte interna de la laguna (Tabla 1). En la época de lluvias existe un mayor aporte de agua a través de la boca, por lo que se incrementan los valores de oxígeno y profundidad, mientras que en secas los procesos de evaporación y de descomposición de la materia orgánica originan una disminución de ambos parámetros. Debido a la influencia en el patrón de circulación del agua dentro del sistema, se observa que la concentración de oxígeno varió notablemente entre las dos zonas de muestreo (Fig. 2), aunque en este caso tampoco existe una diferencia significativa entre las zonas de muestreo ($p>0.05$).

Dentro de los nutrientes, el amonio presentó un promedio anual de $4.8\mu\text{M}$, registrándose la concentración más alta durante la época de "nortes" y la mínima en secas; el interior de la laguna tuvo el valor más alto durante las lluvias y el más bajo en periodo de "nortes", la boca de la laguna presenta su valor máximo en los meses de noviembre a enero, la mínima se registró en la época de secas (Tabla 1). No encontrándose una diferencia significativa entre las zonas de estudio (Amonio $p>0.05$).

Los valores anuales para los nitritos fueron de $0.4\mu\text{M}$, elevándose durante las lluvias y disminuyendo en época de "nortes", por su parte la zona interna de la laguna tuvo el valor más alto de nitritos durante los meses de julio a septiembre disminuyendo drásticamente en la temporada de "nortes"; la boca presenta un comportamiento diferente ya que la mayor concentración de este nutriente ocurrió durante el periodo de noviembre a enero, disminuyendo en la temporada de secas (Tabla 1).

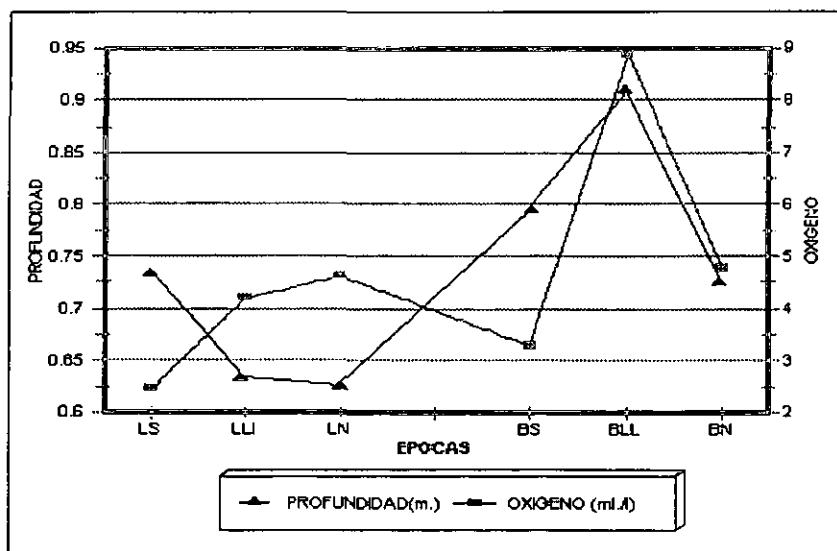


Fig. 2. Valores promedio de la profundidad (m) y oxígeno (ml/l) registrados en la boca (B) y zona interna (L) de la Pajarera Central durante el periodo abril 1999-enero 2000

El valor máximo de nitratos ocurrió al igual que en el caso de los nitritos en los meses de julio a septiembre y el mínimo en secas con un promedio de $0.6\mu\text{M}$ anual, también aquí se observa que los niveles más altos de nitratos se presentaron dentro de la laguna en época de lluvias y los mínimos en la influencia de “nortes”, mientras que la boca tuvo su nivel más alto de este nutriente de noviembre a enero, disminuyendo durante el periodo de secas (Tabla 1).

Para los fosfatos el valor promedio fue de $4.0\mu\text{M}$. En la boca de la laguna se registraron los valores más bajos en la temporada de secas aumentando en periodo de “nortes”. El valor máximo promedio para todo el ciclo de muestreo se obtuvo durante la época de lluvias en la zona interna de la laguna, y los menores en la misma zona en los meses de noviembre a enero (Tabla 1).

Por último, los silicatos presentes en el sistema tuvieron un promedio de $5.5\mu\text{M}$. Los valores más altos tanto para la boca como para la zona interna ocurrieron en los meses de julio a septiembre. El menor valor se presentó en la boca durante la temporada de secas y en la laguna ocurrió en la época de “nortes” (Tabla 1).

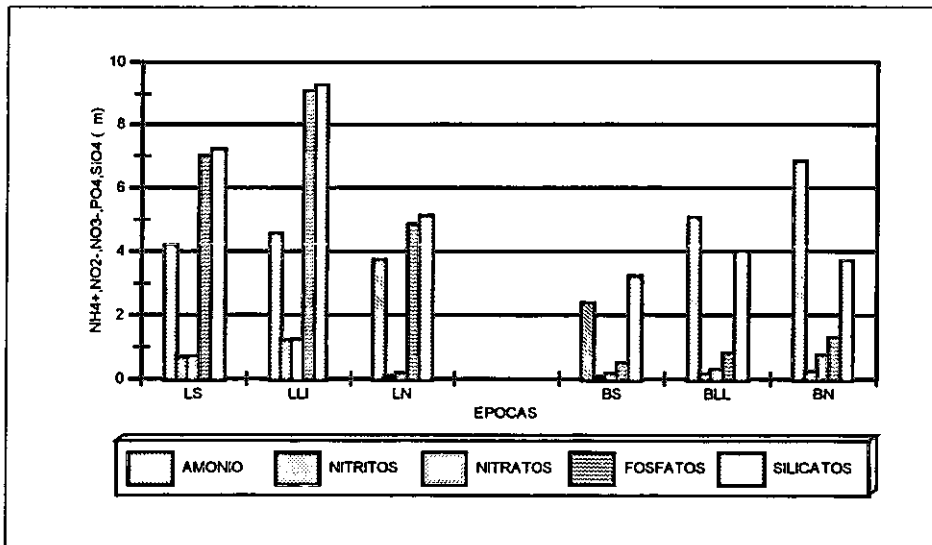


Fig. 3. Valores promedio de los nutrientes amonio (NH_4^+), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), fosfatos (PO_4^{3-}) y silicatos (SiO_4^{2-}) registrados en la boca (B) y zona interna (L) de la laguna Pajarera central durante el periodo de abril 1999-enero 2000.

Todos los nutrientes se vieron afectados por las condiciones climáticas de la zona, así como por los patrones de circulación de la laguna (Fig. 3) En este caso si se encontró diferencias significativas entre los valores reportados de nutrientes entre ambas zonas de muestreo a excepción del amonio (Nitritos $p < 0.05$; Nitratos $p < 0.05$; Fosfatos $p < 0.05$ y Silicatos $p < 0.05$).

Tabla 1. Variación temporal y anual (desviación estándar) de los parámetros hidrobiológicos registrados en la parte interna (L) y boca (B) de la laguna Pajarera Central durante el periodo abril 1999-enero 2000 (μM =micromolar).

PARAMETROS	SECAS	SECAS	LLUVIAS	LLUVIAS	NORTES	NORTES	ANUAL
	LAGUNA	BOCA	LAGUNA	BOCA	LAGUNA	BOCA	
TEMPERATURA (°C)	27.8 (0.7)	27.8 (0.4)	29.9 (1.2)	29.6 (0.4)	22.8 (1.6)	23.9 (1.5)	26.7
SALINIDAD (‰)	40.4 (2.9)	37.6 (0.5)	37.2 (1)	37.2 (1.0)	37.8 (1.0)	37.1 (0.3)	37.6
PROFUNDIDAD (m)	0.7 (0.03)	0.8 (0.1)	0.6 (0.1)	0.9 (0.1)	0.6 (0.02)	0.7 (0.1)	0.8
OXIGENO (ml/l)	2.4 (0.08)	3.3 (0.2)	4.2 (1.8)	8.9 (3.1)	4.6 (2.0)	4.8 (1.9)	5.2
AMONIO (μM)	4.2 (1.0)	2.4 (2.1)	4.6 (1.4)	5.1 (2.2)	3.7 (0.6)	6.8 (0.01)	4.8
NITRITOS (μM)	0.7 (0.3)	0.1 (0.1)	1.2 (0.5)	0.2 (0.1)	0.1 (0.1)	0.3 (0.08)	0.4
NITRATOS (μM)	0.7 (0.2)	0.2 (0.2)	1.2 (0.4)	0.3 (0.2)	0.2 (0.02)	0.8 (0.1)	0.6
FOSFATOS (μM)	7.0 (1.2)	0.5 (0.6)	9.1 (2.4)	0.8 (0.8)	4.9 (0.02)	1.3 (0.9)	4
SILICATOS (μM)	7.2 (2.1)	3.2 (1.3)	9.3 (2.7)	4.0 (0.7)	5.1 (1.6)	3.7 (1.8)	5.5

ABUNDANCIA

La ictiofauna asociada a la laguna Pajarera Central, estuvo dominada por peces juveniles y especies pequeñas en diferentes estadios de su ciclo de vida. Se capturaron un total de 5178 individuos representados por 43 especies pertenecientes a 25 familias durante el periodo de abril 1999 a enero 2000, aportando en conjunto una biomasa de 33.3 kg (Tabla 2). La captura promedio fue de 863 individuos y 5.6 kg por cada muestreo. La zona interna de la laguna presentó la más alta abundancia relativa (1008 individuos y 3.5 kg), mientras que la boca tuvo un menor número de individuos (717) pero que aportaron una mayor biomasa (7.6 kg) por muestra, lo que indica que esta zona presenta menos organismos con tallas grandes en comparación del interior de la laguna. Las familias Engraulidae, Atherinidae, Cyprinodontidae y Gerridae fueron las más representativas de la comunidad, comprendiendo el 79.1% de los individuos colectados, al añadir las familias Clupeidae, Haemulidae y Cichlidae suman un total de 96.5%, lo que nos indica que esta laguna es rica en especies (Fig. 4).

DOMINANCIA

Dentro de la comunidad ictica de la laguna se observó que las especies más dominantes por su densidad fueron *Floridichthys polyommus* (32.5%), el gerrido *Eucinostomus argenteus* (16.6%) y el atherinido *Atherinomorus stipes* (11.7%) que suman

el 60.8% de la abundancia en la laguna. Por su parte, la biomasa se encontró dominada por *Lactophrys quadricornis* con 27.1%, que junto a *Lutjanus griseus* (16.1%) y *Haemulon sciurus* (10.7%) representaron el 52.9% de la biomasa total capturada en la laguna durante los muestreos.

Tabla 2. Lista Taxonómica de las especies en la comunidad de peces de la laguna Pajarera Central en Isla Contoy, según Nelson (1994).

Clase Chondrichthyes

Subclase Elasmobranchii

Orden Rajiformes

Suborden Myliobatidae

Familia Urolophidae

Urolophus jamaicensis (Cuvier, 1816)

Clase Actinopterygii

Subclase Neopterygii

Orden Elopiformes

Familia Megalopidae

Megalops atlanticus Valenciennes, 1847

Orden Clupeiformes

Suborden Clupeoidei

Familia Engraulidae

Anchoa lamprotaenia Hildebrand, 1943

Anchoa hepsetus (Linnaeus, 1758)

Familia Clupeidae

Harengula jaguana Poey, 1865

Harengula humeralis (Cuvier, 1829)

Harengula clupeola (Cuvier, 1829)

Orden Aulopiformes

Suborden Alepisauroides

Familia Synodontidae

Synodus foetens (Linnaeus, 1766)

Orden Atheriniformes

Suborden Atherinoidei

Familia Atherinidae

Atherinomorus stipes (Müller & Troschel, 1847)

Orden Beloniformes

Suborden Belonoidei

Familia Beloniformes

Strongylura notata (Poey, 1860)

Strongylura timucu (Walbaum, 1792)

Orden Cyprinodontiformes

Suborden Cyprinodontoidei

Familia Fundulidae

- Lucania parva* (Baird & Girard, 1855)
- Familia Pocciliidae
 Poecilia vetulfera (Regan, 1914)
- Familia Cyprinodontidae
 Garmanella pulchra Hubbs, 1936
 Cyprinodon artifrons Hubbs, 1936
 Pteridichthys polyommus Hubbs, 1936
- Orden Gasterosteiformes
 Suborden Syngnathoidci
 Familia Syngnathidae
 Syngnathus floridae (Jordan & Gilbert, 1882)
- Orden Perciformes
 Suborden Percoidci
 Familia Centropomidae
 Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)
- Familia Carangidae
 Carax latus Agassiz, 1831
 Trachinotus falcatus (Linnaeus, 1758)
- Familia Lutjanidae
 Lutjanus analis (Cuvier, 1828)
 Lutjanus apodus (Walbaum, 1892)
 Lutjanus griseus (Linnaeus, 1758)
- Familia Gerreidae
 Eucinostomus argenteus Baird & Girard, 1854
 Eucinostomus gula Quoy & Girard, 1824
 Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)
 Eugerres plumieri (Cuvier, 1830)
 Gerres cinereus (Walbaum, 1792)
- Familia Haemulidae
 Haemulon flavolineatum (Desmarest, 1823)
 Haemulon plumieri (Lacepede, 1801)
 Haemulon sciurus (Schaw, 1802)
- Familia Sparidae
 Lagodon rhomboides (Linnaeus, 1766)
- Suborden Labroidei
 Familia Cichlidae
 Cichlasoma urophthalmus (Günther, 1864)
- Familia Scaridae
 Scarus croisensis Bloch, 1790
 Sparisoma chrysopterum (Bloch & Schneider, 1801)
 Sparisoma rubripinne (Valenciennes, 1839)
- Suborden Gobioidci
 Familia Gobiidae
 Gobionellus boleosoma (Jordan & Gilbert, 1882)
 Bathygobius soporator (Valenciennes, 1837)
- Suborden Scombroidei
 Familia Sphyraenidae
 Sphyraena barracuda (Walbaum, 1792)

Orden Pleuronectiformes
 Suborden Pleuronectoidei
 Familia Achiridae
Achirus lineatus (Linnaeus, 1758)

Orden Tetraodontiformes
 Suborden Tetraodontoidei
 Familia Balistidae
Aluterus schoepfi (Walbaum, 1792)
 Familia Ostraciidae
Lactophrys quadricornis (Linnaeus, 1758)
 Familia Tetraodontidae
Sphoeroides spengleri (Bloch, 1782)

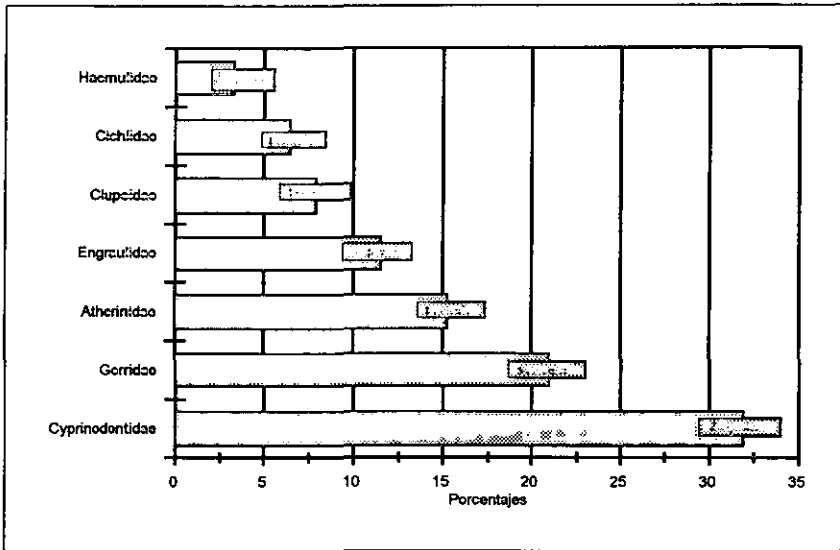


Fig. 4. Familias de peces representativas en porcentaje con base en su densidad (ind./100m²) dentro de la comunidad del sistema lagunar Pajarera Central.

Considerando el Índice de Valor de Importancia que toma en cuenta a la densidad, la biomasa y la frecuencia con que se presentan las especies de la comunidad, se obtuvo que *F. polyommus*, *L. quadricornis* y *E. argenteus* comprendieron el 31% del total de los organismos colectados, unidos a *Lutjanus griseus* (7.8%), *A. stipes* (4.9%) y los hemulidos *H. sciurus* y *H. flavolineatum* (5.2 y 4.1% respectivamente) constituyen el 53% de la captura total y el otro 47% es compartido por las 36 especies restantes (Fig. 5).

De las 43 especies registradas en la laguna el 23.9% pertenecen a la zona interna de la laguna, incluyendo especies estuarinas o con un amplio rango de tolerancia de la salinidad como lo son *F. polyommus* (especie más dominante de la comunidad) y *Cichlasoma urophthalmus*, así como especies dulceacuicolas que incluyen a *Poecilia velifera* y *Garmanella pulchra*. La boca de la laguna registró un 45.7% de las especies de la comunidad, siendo más rica en este rubro que la zona interna, se incluyen especies arrecifales en estadios juveniles como *Sparisoma chrysopteryum*, *S. rubripinne* y *Scarus croicensis*, también algunos adultos como *Aluterus schoepfi* y tres especies de hemulidos en estadios juveniles y adultos. Todos ellos utilizan la boca como refugio y zona de alimentación debido a la presencia de pastos marinos en el área. Se incluye en este lugar a la especie dominante por su biomasa *L. quadricornis*. Ambas zonas comparten un total de 14 especies que incluyen a individuos muy dominantes como *A. stipes* y *E. argenteus*.

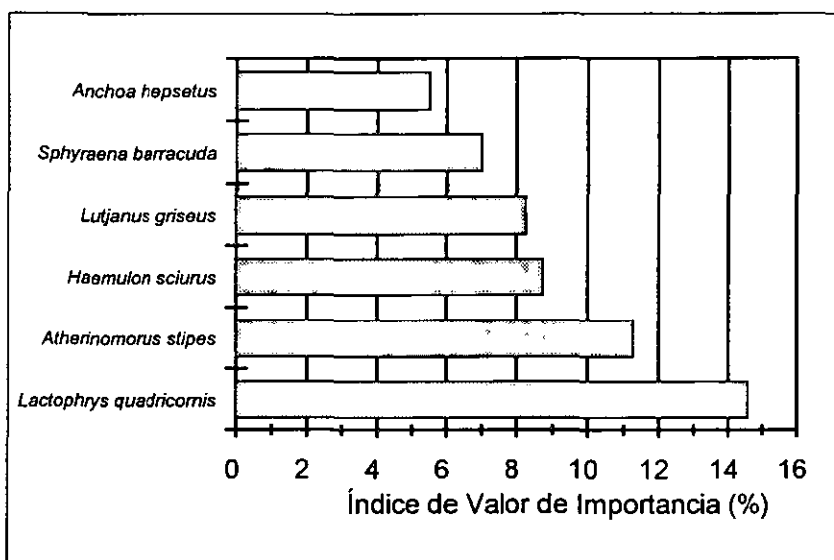


Fig. 5. Especies dominantes de la laguna Pajarera Central mediante el Índice de Valor de Importancia durante el periodo de abril 1999-enero 2000.

El dendrograma que muestra las afinidades entre las abundancias de las 43 especies de peces mediante el índice de Disimilitud de Bray-Curtis por selección flexible, forma dos agrupamientos a un nivel de 0.95, teniendo la zona de la boca y la parte interna de la laguna. Lo anterior denota claramente que la comunidad en la zona interna de la laguna es diferente a la de la boca (Fig. 6). Para la zona interna la composición y abundancia fueron más similares durante lluvias y "nortes", mientras que en secas se capturaron una mayor cantidad de organismos sobre todo de la especie *Floridichthys polyommus*. Por su parte la boca de la laguna tuvo una composición y abundancia similar en las épocas de secas y lluvias, mientras que en época de "nortes" el uso de esta zona

como área de protección por especies arrecifales como especies de la familia Scaridae, provocan una variación en la composición y abundancia de la zona abundancias similares

La zona de la boca tuvo la más alta riqueza específica con 32 especies, disminuyendo en el interior de la laguna a 25 especies. La figura 7 muestra la densidad y biomasa relativas estimadas en un promedio anual de las capturas, observándose que el menor porcentaje en la densidad lo presenta la boca de la laguna con 33.8% con una biomasa de 75.3% y la zona interna de la laguna tuvo una densidad muy alta en comparación con la boca (66.2%) y una biomasa de 24.7% mucho menor que en la boca.

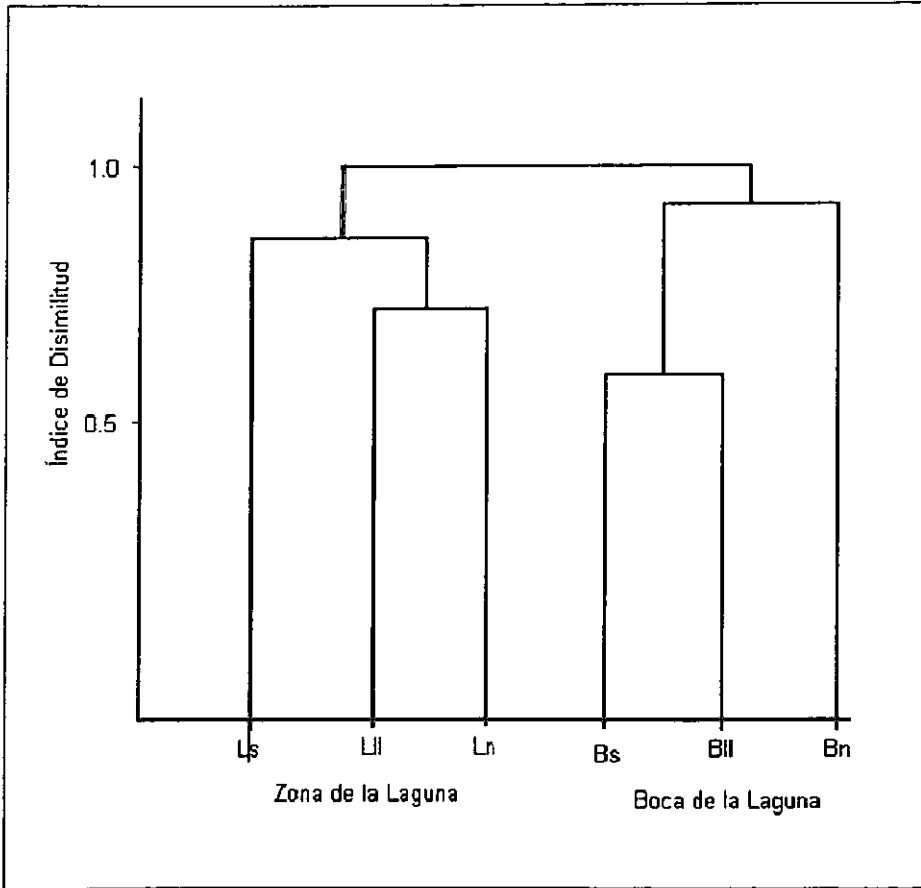


Fig. 6. Dendrograma de afinidad entre las muestras de ambas zonas a través del Índice de Bray Curtis, considerando la abundancia y composición específica.

Considerando estas diferencias y la poca similitud de la composición y abundancia de la ictiofauna entre ambas zonas de la laguna, se consideró conveniente el análisis por separado de cada una de ellas

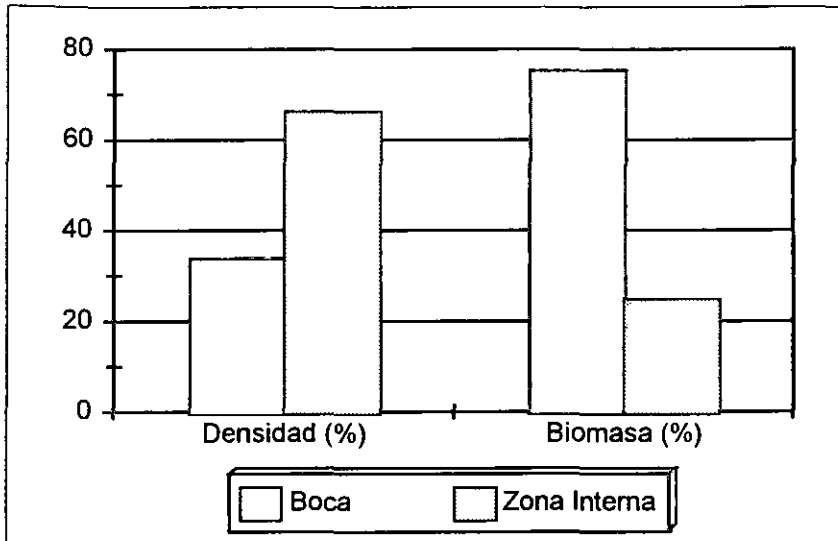


Fig. 7. Densidad (ind./100m²) y biomasa (gr/100m²) relativa para la boca y zona interna de la laguna Pajarera Central en el periodo de abril 1999-enero 2000.

ZONA DE LA BOCA

La mayor abundancia, biomasa y riqueza específica para esta zona se registró en los meses de noviembre a enero con 226 ind/100m², 3954.4 gr/100m² y 27 especies respectivamente. Durante la época de secas se presentó la diversidad (3.6 bits) y equidad (0.9) más alta. El valor mínimo de densidad ocurrió en la época de secas con 18.8 ind/100m², mientras que en lluvias se registraron los valores más bajos de biomasa, diversidad, riqueza específica y equidad (362 gr/100m², 1.7 bits, 9 especies y 0.5 respectivamente), lo cual indica que este es el periodo más pobre para esta zona en cuanto a su diversidad (Tabla 3).

La comunidad estuvo dominada en su densidad por *Atherinomorus stipes*, siendo la especie que aporta el mayor número de organismos con un 30.6%, que junto a los engraulidos *Anchoa hepsetus* y *A. lamprotaenia* suman el 52.3% del total de individuos colectados en los muestreos. Por su biomasa *Lactophrys quadricornis*, *Lutjanus griseus*

y *Haemulon sciurus* fueron las más representativas con 67.1%, siendo *L. quadricornis* la que aporta mayor biomasa con el 36% de la biomasa total (Fig. 10)

Tabla 3. Parámetros ecológicos registrados en la boca de la laguna Pajarera Central, durante las tres temporadas climáticas.

BOCA	SECAS	LLUVIAS	NORTES
DENSIDAD (ind/100m ²)	18.8	22.1	226.0
BIOMASA (gr/m ²)	1,307.0	362.0	3,954.4
DIVERSIDAD (bits/ind)	3.6	1.7	3.2
RIQUEZA ESPECÍFICA (S)	18	9	27
EQUIDAD	0.9	0.5	0.7

A través de Índice de Valor de Importancia se determinó que esta zona estuvo dominada por seis especies que en conjunto suman el 55% del total de la captura e incluyen a *L. quadricornis* (14.5%), *A. stipes* (11.2%), *H. sciurus* (8.7%), *L. griseus* (8.2%), *Sphyraena barracuda* (7.0%) y *A. hepsetus* (5.4%) y las 27 especies restantes constituyen el 45% restante (Fig. 8).

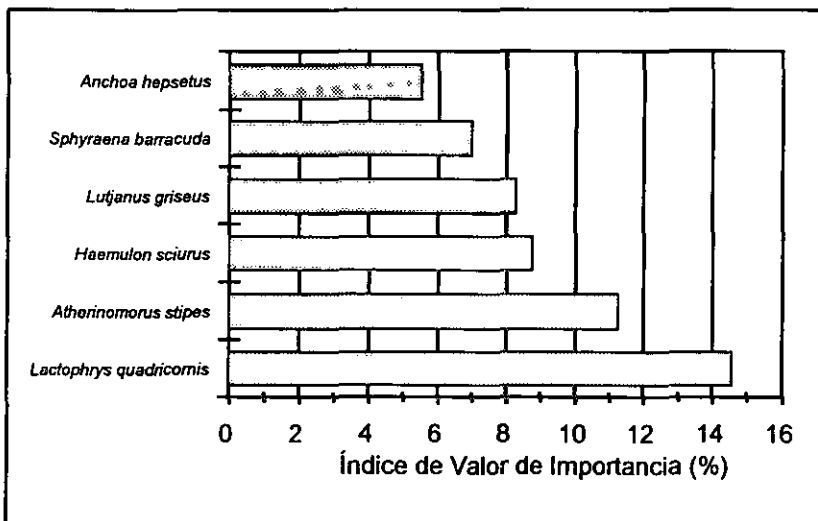


Fig. 8. Especies dominantes de la comunidad de peces asociadas a la boca de la laguna Pajarera Central, con base al Índice de Valor de Importancia.

ZONA INTERNA

La mayor densidad y biomasa registradas para esta zona se presentaron durante los meses de abril a junio con 289 ind/100m² y 859.5 gr/100m² respectivamente, aunque resalta que en este mismo periodo se obtuvo la menor diversidad dentro del sistema con 0.9 bits, en contraste en temporada de "nortes" se observa la menor densidad (53.7 ind/100m²) y biomasa (176.5 gr/100m²) con una diversidad de 2.2 bits. El mismo valor de diversidad se tiene en la temporada de lluvias con una densidad de 179 ind/m² y una biomasa de 807.4 gr/m² (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros ecológicos registrados en la zona interna de la laguna Pajarera Central durante las tres temporadas climáticas.

ZONA INTERNA	SECAS	LLUVIAS	NORTES
DENSIDAD (ind/100m ²)	289.0	179.0	53.7
BIOMASA (gr/m ²)	859.5	807.4	176.5
DIVERSIDAD (bits/ind)	0.9	2.2	2.2
RIQUEZA ESPECIFICA (S)	15	15	15
EQUIDAD	0.2	0.6	0.6

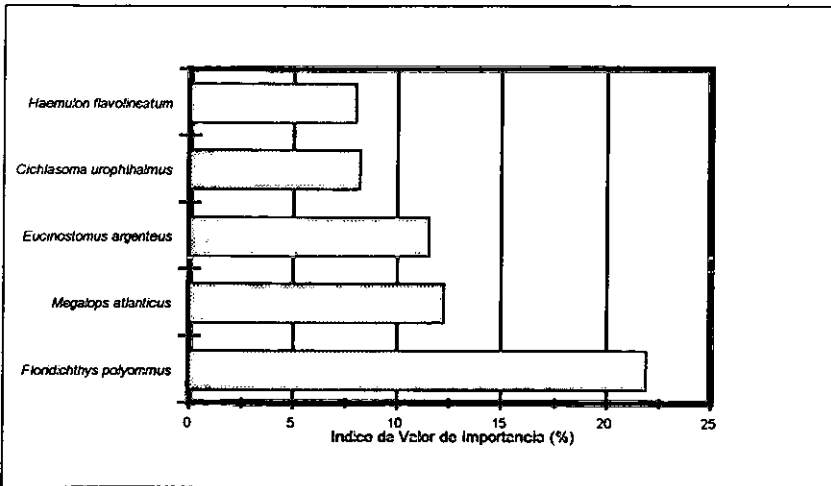


Fig. 9. Especies dominantes de la comunidad de peces asociadas a la zona interna de la laguna Pajarera Central con base en el Índice de Valor de Importancia.

El Índice de Valor de Importancia nos dice que las dos especies más dominantes tanto por densidad como por biomasa son *F. polyommus* (21.9%) y *M. atlanticus* (12.2%), acompañadas de *E. argenteus* (11.4%), *C. urophthalmus* (8.1%) y *H.*

flavolineatum (7.9%) constituyen el 61.5% del total y el 38.5% lo complementan las 20 especies restantes (Fig. 9).

De acuerdo a la densidad *Floridichthys polyommus* fue la especie más dominante con 49.2% del total, le siguió el gerrido *Eucinostomus argenteus* (21.5%) y el cichlido *Cichlasoma urophthalmus* (10.8%) que constituyen el 81.4% de la abundancia total en la zona. En cuanto a la biomasa, la especie dominante fue *Megalops atlanticus* con el 32% del total, junto a *Haemulon flavolineatum* (18.3%) y *Lutjanus griseus* (13.7%) son las especies que dominan la zona con el 64% de la biomasa total (Fig. 10)

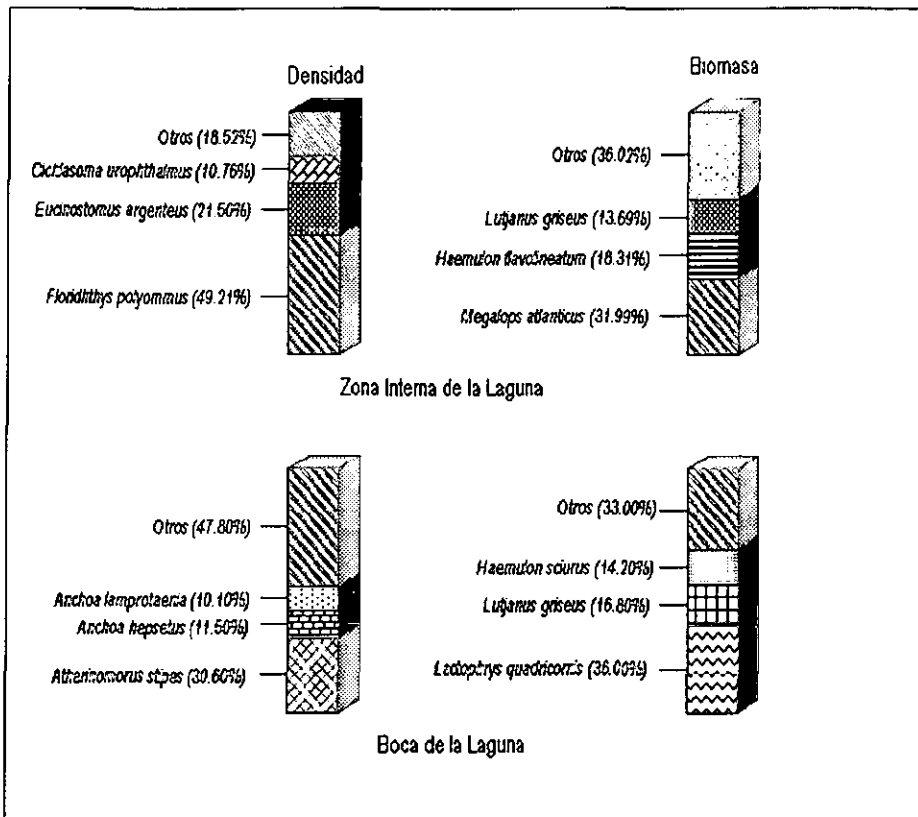


Fig. 10. Especies dominantes por su densidad y biomasa en porcentajes, en ambas zonas de muestreo.

DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS HIDROBIOLÓGICAS.

Las características hidrobiológicas están asociadas a factores externos como el intercambio de aguas debido a las mareas, así como por factores internos como la actividad biológica que influye en las concentraciones de nutrientes en la columna de agua (Vega-Cendejas, 1998).

La zona interna de la laguna presentó una salinidad comparativamente más alta que en la boca de la laguna, sobre todo en la época de secas, esto se debe fundamentalmente a la evaporación y al poco intercambio de agua en el sistema. La mayor salinidad promedio para toda la laguna se registró en la época de secas, debido a las mismas circunstancias. Los factores ambientales que determinan las altas salinidades en la época de secas son la escasa o nula precipitación pluvial (Valdés *et al.*, 1988), la elevada tasa de evaporación y la influencia que los frentes marinos ejercen sobre el sistema en esta temporada (Salem, 1992).

Los valores de temperatura variaron temporalmente con relación a las condiciones ambientales presentes en los distintos periodos climáticos. El valor más alto se presentó durante las lluvias con 29.9°C y el mínimo en "nortes" (22.8°C). Un patrón similar es reportado por Herrera (1988) y Valdés *et al.* (1988), para el sistema lagunar de Celestún. Ambos coinciden en señalar que las temperaturas altas que se registran en el periodo de lluvias, son consecuencia de la poca profundidad que aunada a los niveles de radiación solar provocan un rápido calentamiento de la columna de agua. La temperatura fue muy homogénea para toda la laguna, variando solo algunas décimas de grado entre la zona interna y la boca de la laguna, por lo cual no existe una diferencia significativa entre ambas.

El oxígeno se distribuye en el sistema de acuerdo con la turbulencia, corrientes, actividad biológica, efectos de salinidad y temperatura. No se presentó una variación estacional del oxígeno pero si se observó un patrón temporal en las concentraciones de oxígeno dentro del sistema, las cuales variaron de acuerdo a la dinámica hidrológica existente en la laguna en las diferentes épocas climáticas, siendo mayor en la época de "nortes" para la parte interna de la laguna por influencia de los vientos y corrientes que penetran al sistema (Valdés *et al.* 1988). El valor máximo en las concentraciones de oxígeno en la laguna, se presentó en la época de lluvias en la boca del sistema. Lo anterior se debe a que en la boca se llevan a cabo los procesos de oxigenación y mezcla originando un aumento en la concentración de oxígeno en esta temporada (Herrera, 1988). El hecho de que no exista una diferencia significativa entre estos parámetros para las dos zonas de muestreo, se debe a la geomorfología propia de la laguna, debido a que la boca se comunica con la parte interna a través de un canal estrecho que dificulta el intercambio de agua en todo el sistema, aunado a su hidrología, que en comparación con otros en el que las lagunas reciben un aporte de agua dulce proveniente de algún río o manantial, esta laguna no presenta ninguna fuente de este tipo, por lo cual no presenta un

gradiente de salinidad de la parte interna hacia la boca, la única fuente de agua dulce la recibe se presenta en la época de lluvias por escurrimiento.

La concentración de nutrientes varió de manera espacial y temporal, se observa una mayor concentración de nutrientes en la parte interna de la laguna, disminuyendo considerablemente hacia la boca de la misma. Encontrándose que la mayor concentración de nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos) se presenta durante la época de lluvias, debido principalmente a que éstas lavan una gran cantidad de guano proveniente de las aves que habitan sobre el manglar que rodea a la laguna, este incremento es similar al reportado por Valdés *et al.* (1988) y Herrera (1988) para la Laguna de Celestún en la misma temporada.

Es importante hacer notar que las altas concentraciones de silicatos son indicadores de un posible aporte de agua dulce proveniente de algún manantial (Herrera, 1988), el cual no se ha identificado debido al poco conocimiento que existe en relación con la hidrografía de la isla. Sin embargo, el registro de especies como *Cichlasoma urophthalmus*, *Garmanella pulchra* y *Poecilia velifera* así lo indican (González-Acosta, 1995; Vega-Cendejas, 1998).

COMUNIDAD

Pajarera Central alberga una amplia variedad de especies de origen diverso, cuya ocurrencia está en relación con la variación del ambiente en el sistema a través del año. Los diferentes hábitats de la laguna elegidos para los muestreos, soportan cada uno comunidades distintas en función de las características del ambiente que conforman.

De acuerdo a los resultados obtenidos acerca de la fauna íctica de la laguna Pajarera Central, se pudo establecer una constancia espacio-temporal de los principales grupos que componen y soportan la estructura comunitaria de los peces que habitan en esta laguna. Sin embargo, se observaron cambios en la presencia de algunas especies en relación con la complejidad ambiental reinante en cada período de colecta. Esta constancia en la presencia de ciertas especies, refleja la capacidad eurihalina de la ictiofauna que habita estas zonas, lo que les permite soportar amplias fluctuaciones en las condiciones ambientales, manifestándose como una serie de mecanismos de protección, tolerancia, osmorregulación y aclimatación, tendientes a asegurar el éxito de la comunidad en estos ecosistemas (Kinne, 1967).

La comunidad de peces de la laguna Pajarera Central, guarda una característica en común con otras comunidades y es que se encuentra conformada por especies dominantes que residen en ella todo el año y por especies que entran en ella en ciertas épocas, ya sea en un estadio juvenil o adulto (Lasserre y Toffart, 1977; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980; Tzeng y Wang, 1992; González-Acosta, 1995 y Vega-Cendejas, 1998).

Las abundancias de las especies dominantes (*Floridichthys polyommus*, *Eucinostomus argenteus* y *Atherinomorus stipes*) varió espacialmente ya que los

aterinidos junto con los engraulidos *Anchoa hepsetus* y *Anchoa lamprotaenia* dominaron la zona de la boca de la laguna y el gerrido *Eucinostomus argenteus* y el ciprinodon *Floridichthys polyommus* la parte interna. Estos individuos son juveniles de especies con una alta tasa reproductiva y de bajos niveles tróficos (plancívoros o carnívoros de niveles inferiores) con altas eficiencias ecológicas (Vega-Cendejas, 1988). Además de ser importantes en términos económicos y ecológicos al estar unidas a las pesquerías de aguas costeras como eslabón entre el plancton y los consumidores secundarios (Arreguin-Sánchez *et al.*, 1993).

En otros sistemas lagunares de la región del Caribe y Golfo de México se ha reportado una estructura comunitaria muy similar a la encontrada en la laguna Pajarera Central. Yáñez-Arancibia *et al.* (1980) y Thayer *et al.* (1987), reportan a los gerridos y engraulidos dentro de las especies dominantes en la laguna de Términos y sobre los pastos marinos localizados en los manglares de la Florida, respectivamente. Por su parte Sheridan (1992) encontró como especie dominante a *E. argenteus* en los manglares de Bahía Rookery en Florida. Por su parte González-Acosta (1995) y Vega-Cendejas (1998) mencionan que los engraulidos, aterinidos, ciprinodontidos y gerridos son las familias dominantes en la laguna de Celestún. Sedberry y Carter (1993) determinaron que la estructura de la comunidad de los manglares en la laguna arrecifal de Belice está dominada por especies arrecifales como los hemulidos, en especial por *Haemulon sciurus* y *Haemulon flavolineatum* debido a la poca distancia que separa a los arrecifes del ecosistema de manglar y la salinidad cercana al agua de mar. Isla Contoy se localiza en el inicio de la barrera de arrecifes del Caribe Mexicano, lo cual indica que sus lagunas están comunicadas con el sistema arrecifal, de ahí que en la laguna Pajarera Central estas dos especies de hemulidos sean muy abundantes sobre todo en la boca de la laguna, pero sin llegar a ser las dominantes en esta zona. Tanto los hemulidos *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*, como los lutjanidos *Lutjanus apodus* y *Lutjanus griseus*, utilizan las lagunas costeras como áreas de alimentación debido a la gran cantidad de alimento disponible, así como zona de protección y crianza para los juveniles, lo cual se observa dentro de la Laguna Pajarera Central (Nagelkerken *et al.* 2000 y 2000^a).

La Tabla 5 permite observar que el número de especies asociada a estos sistemas varía ampliamente en función de la heterogeneidad estructural o complejidad de cada hábitat, del ambiente fisicoquímico, de la geomorfología y geografía de cada laguna y del arte de pesca utilizado para el muestreo (Vega-Cendejas, 1998; Nagelkerken *et al.*, 2001). En este estudio se observó una riqueza ictiofaunística baja en comparación con estudios realizados en la Península de Yucatán, pero aceptable con otros estudios, esta riqueza está relacionada directamente con la superficie de la laguna y el área de vegetación emergente y sumergida que proporciona protección y abundante alimento a las especies ícticas (Parrish, 1989; Vega-Cendejas, 1998; Nagelkerken *et al.*, 2000).

Tabla 5. Análisis comparativo del número de especies ícticas registradas en diferentes regiones.

Referencia	Región	Nº de especies
Valdez-Muñoz, 1985	Suroeste de Cuba	29
Stoner, 1986	Laguna Joyuda, Puerto Rico	41
Pinto, 1987	Pagbilao, Filipinas	128
Robertson y Duke, 1987	Noreste de Australia	133*
Thayer <i>et al.</i> , 1987	Bahía de Florida	64
Morales y Salinas, 1988	Isla Contoy, Zona Arrecifal**	108
Rooker y Dennis, 1991	Sureste de Puerto Rico	41
Sheridan, 1992	Bahía Rookery, Florida	13
Tzeng y Wang, 1992	Río Tanshi, Taiwán	105*
Sedberry y Carter, 1993	Laguna Arrecifal de Belice	74
Yáñez-Arancibia <i>et al.</i> , 1993	Laguna de Términos, México**	77
González-Acosta, 1995	Laguna de Celestún, México**	60
Vega-Cendejas, 1998	Laguna de Celestún, México**	70
Nagelkerken <i>et al.</i> , 2000 ^a	Curacao. Antillas Holandesas	85
Presente estudio	Isla Contoy, Pajarera Central**	43
*Incluyen estadios larvales	**Estudios en la Península de Yucatán	

El uso de una sola arte de pesca puede ser un factor limitante, aún si se aumenta el esfuerzo pesquero debido a que existe la tendencia a ser capturadas las mismas especies típicas representativas de determinado ambiente. En la parte interna de la laguna el uso del chinchorro playero se vio dificultado por la gran cantidad de sedimentos alrededor de la misma laguna. La riqueza específica registrada en el presente estudio indica que el método de captura utilizadó (chinchorro) fue adecuado, debido a que con ellos se obtuvieron ejemplares tanto de tallas pequeñas como grandes de acuerdo a la apertura de malla de la red utilizada. El uso del chinchorro permite la captura de especies con hábitos de playa y gregarios, que se localizan en áreas someras con vegetación, siendo en su mayoría especies plantófagas (aterinidos, engraulidos, ciprinodontidos y clupeidos), las cuales sirven de alimento a especies carnívoras como hemulidos y lutjanidos (Álvarez-Rubio *et al.*, 1986, Nagelkerken *et al.* 2000 y 2000^b).

La combinación de aguas tranquilas con alto contenido de materia orgánica, hacen de este sistema un área de crianza y alimentación utilizada por diversas especies. Las raíces del manglar asociadas a la laguna son utilizadas por la comunidad de peces como una zona de crianza, debido a que entre ellas se generan gran cantidad de recursos alimenticios a partir de la actividad bioecológica que ocurre en estos sistemas (Odum y Heald, 1975). Este sistema es un espacio rico en recursos alimenticios, también son áreas ocupadas por grupos de especies residentes y transitorias, como un refugio de protección contra los depredadores (Sheridan, 1992).

DISTRIBUCIÓN Y OCURRENCIA ESTACIONAL

El patrón de distribución de los peces dentro del ecosistema indica que el número total de especies decrece de la boca hacia la zona interna, por su parte la abundancia relativa se comporta de manera inversa. Resultados similares en la variación espacial, composición de las especies y en la disminución de la riqueza específica con respecto a la distancia, han sido reportadas para otros sistemas (Stoner, 1986; Yoklavich *et al.*, 1991, Vega-Cendejas, 1998), lo cual es ocasionado por factores como la temporada climática, ciertas estrategias reproductivas y alimenticias o a las relaciones depredador-presa (Álvarez-Rubio *et al.*, 1986).

Las mayores abundancias y riqueza específica se registraron en la zona de la boca durante el periodo de nortes. Los fuertes vientos que se registran en esta época climática y los frentes polares provocan una disminución en la temperatura y un aumento de la circulación en el sistema. Lo anterior nos indica que la zona de la boca es utilizada por peces de origen marino, como un área de tránsito, alimentación y refugio durante esta temporada climática, resultados similares han sido reportados por González-Acosta (1995), Vega-Cendejas (1998) en Celestún. Del total de especies que entran en estos procesos, muchas de ellas migran hacia el hábitat de manglar que se localiza en la laguna, para completar alguna parte de su ciclo biológico; funcionando entonces este biotopo, como un área de reclutamiento del "stock" pesquero (Pinto, 1987; Flores-Verdugo *et al.*, 1990). Las especies marinas al no completar su ciclo de vida dentro de la laguna, se observa que una vez que han incrementado su talla y peso corporal, retornan a su hábitat natural donde alcanzan la madurez sexual y se reproducen, completando su ciclo (Gunter, 1961). Nagelkerken *et al.* (2000) reporta que las especies juveniles del arrecife cercano a Curacao, utilizan las lagunas costeras como áreas de crianza y alimentación, permitiendo que las poblaciones de peces marinos se renueven constantemente, lo anterior se presenta en la Laguna Pajarera Central, donde especies juveniles del arrecife cercano a la Isla, la utilizan con estos mismos propósitos, incrementando con ello el reclutamiento hacia la zona del arrecife.

Además, la fluctuación espacial de la abundancia, ésta relacionada con la tolerancia fisiológica de las especies a las características del ambiente. Tal situación se ve reflejada en la presencia de un mayor número de individuos por especie en la zona interna de la laguna, debido a que es en este sitio donde ocurre una mayor concentración de nutrientes que permiten el desarrollo del fitoplancton (Herrera, 1988), que destaca por su importancia en las relaciones tróficas, como alimento de los recursos pesqueros, ya que las poblaciones de fitoplancton están disponibles para el consumo directo por parte de especies plantófagas y aun el que va a los sedimentos contribuye a satisfacer las necesidades de los organismos bentófagos (Sournia, 1978).

Al estar compuestas las capturas en su mayoría por individuos de tallas pequeñas, las estimaciones de las biomásas variaron drásticamente cuando en la captura aparecieron individuos de tallas superiores a las de los otros organismos y en menor densidad, como ocurre con *Megalops atlanticus* que aunque se capturaron pocos individuos grandes, es

una especie dominante en la parte interna de la laguna. Contraponiéndose este hecho a la suposición de que aquellas especies que se presentan en grandes densidades, constituyan también las biomásas más elevada, lo cual se observa en la comunidad de peces capturados en la laguna Pajarera Central. González-Acosta (1995) y Vega-Cendejas (1998) reportan un comportamiento similar de la comunidad de peces en la Laguna de Celestún.

Aunque existe un gran número de especies marinas que componen la comunidad íctica de la laguna, fue evidente la presencia de gran cantidad de especies con afinidad eurihalina, siendo estos el grupo de peces con mayor éxito dentro de este sistema, estas especies son más capaces de aprovechar los recursos existentes en estos sistemas. Las lagunas asociadas a manglar, como es el caso de la Pajarera Central son sitios ocupados principalmente por estadios juveniles y adultos de distintas especies, las cuales aprovechan los recursos producidos directa o indirectamente a partir del material derivado del manglar vía el detritus (Vega-Cendejas, 1998). Vargas *et al.* (1981) y Yáñez-Arancibia y Nugent (1988) resaltan esta conducta en la comunidad íctica de Laguna de Términos, Campeche; lo mismo es reportado por González-Acosta (1995) y Vega-Cendejas (1998) para la Laguna de Celestún, Yucatán, mientras que Szelistowski (1990) reportó que 71,9% de las especies encontradas en un manglar de Costa Rica se encontraban en fases larvales o juveniles, lo mismo es reportado por Jiménez (1999) en un manglar de Costa Rica. Una gran cantidad de formas larvares y juveniles utilizan las raíces del manglar como zonas de alimentación y para protegerse de la acción predatoria de especies de niveles tróficos superiores (Vega-Cendejas, 1998, Ramírez *et al.* 1990). Por otra parte, las fases adultas penetran en estas áreas durante los movimientos migratorios que realizan a través del sistema en respuesta a su conducta trófica y en algunos casos con el propósito de la reproducción. Los cambios de las abundancias en el tiempo se pueden relacionar con las épocas de reproducción de las especies, las cuales pueden ocurrir a distintos tiempos durante el transcurso del año. Lo anterior fue observado por Vega-Cendejas (1998) en Celestún.

En las zonas tropicales existe el concepto denominado programación estacional, que significa que a lo largo del año la producción en un sistema se mantiene por medio de pulsos secuenciales de los diferentes grupos de productores primarios, lo que implica la diferente utilización espacial y temporal del ecosistema a través del desarrollo ontogenético de una especie en sincronía con la estacionalidad de los patrones de corrientes y de producción primaria (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1988 y Yáñez-Arancibia, *et al.*, 1993). Estos períodos secuenciales de producción se reflejan en una alternancia estacional y espacial en la ocurrencia de las especie dominantes. Dominando en la boca de la laguna durante la época de secas *Harengula jaguna*, en lluvias *E. argenteus* y en nortes *A. stipes* que junto a *A. lamprotaenia* y *A. hepsetus*, registraron las mayores abundancias en la zona de la boca durante este periodo. En esta misma época *A. stipes* se capturó dentro de la laguna en menores densidades. En la parte interna de la laguna se nota mejor esta alternancia de especies dominantes, ya que *F. polyommus* dominó en esta parte del sistema durante la época de secas, siendo sustituida por *E. argenteus* durante los periodos de lluvias y nortes. Este reemplazo de los grupos de especies en cada época del año, describe una sucesión en la comunidad, patrones

similares han sido reportados por Yáñez-Arancibia *et al.* (1988), en Laguna de Términos, Tzeng y Wang (1992) en el Río Tanshi, González-Acosta (1995), Vega-Cendejas (1998) en Celestún.

Se presentaron diferencias en el patrón temporal de utilización del sistema con base en los diferentes estadios de desarrollo de una especie dada, por ejemplo, se observó el reclutamiento de una gran número de crías de *Cichlasoma urophthalmus* durante el período de lluvias, incrementándose su densidad en esta época climática. Esta especie utiliza la zona de manglar de la laguna en diferentes estadios de su ciclo de vida, acoplándolos a las épocas en que se presentan altos niveles de productividad primaria (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1988). Resultados similares con esta especie son reportados por González-Acosta (1995) y Vega-Cendejas (1998) en Celestún. Esta variación estacional en el reclutamiento de los juveniles, así como la diferente utilización espacial y temporal de las especies, da como resultado un uso más eficiente del sistema lagunar evitando la competencia por un mismo nicho a través de un uso compartido del mismo en épocas diferentes (Tzeng y Wang, 1992)

La variación entre la densidad y la biomasa, está en relación con la alta ocurrencia de juveniles en estas áreas, cuya heterogeneidad en tallas provoca que no haya correspondencia entre estos dos parámetros ecológicos, como lo encuentra González-Acosta (1995) en Celestún.

En general el área de la boca presentó la más amplia variedad de especies, resaltando este hecho durante la temporada de nortes, donde la riqueza específica de éste sitio aumentó considerablemente en comparación con las épocas anteriores. Estudios realizados por Yáñez-Arancibia *et al.* (1988), González-Acosta (1995) y Vega-Cendejas (1998), indican comportamientos similares en Términos y Celestún respectivamente. Además Parrish (1989) y Nagelkerken *et al.* (2000) mencionan que especies arrecifales utilizan estas áreas como zonas de protección y alimentación, durante la temporada de nortes. La composición específica de la comunidad de peces asociada a la laguna, cambia con relación al ciclo biológico de cada especie y por el uso que éstas hacen de los hábitats que la misma laguna les proporciona. Siguiendo estos lineamientos, la presencia de algunas especies en distintas épocas climáticas se debe a sus características fisiológicas, estrategias de reproducción y alimentación, las cuales les permiten colonizar los diferentes hábitats disponibles en el sistema a lo largo del año. Esta situación puede influir en el número de especies colectadas, en su distribución y en los valores de diversidad estimados para la comunidad (Subrahmanyam y Drake, 1975).

Se observaron diferencias espacio-temporales entre las especies y su abundancia, en términos de densidad y biomasa. A pesar de la heterogeneidad de la fauna íctica encontrada en la laguna, la comunidad estuvo dominada por un pequeño número de especies que son frecuentes la mayor parte del año (aterinidos, engraulidos, gerridos y ciprinodontidos), patrones similares han sido reportados por González-Acosta (1995), Vega-Cendejas *et al.* (1994) y Vega-Cendejas (1998) en la Laguna de Celestún. El hecho de que pocas especies dominen por su abundancia, es una característica común en la estructura comunitaria de los peces en lagunas costeras (Vargas, *et al.*, 1981). Cada una

de las estaciones de colecta fue dominada por diferentes especies, aunque la composición de los grupos dominantes fue más o menos constante, variando el orden de importancia de las mismas a través de cada estación y temporada climática, en relación con el parámetro ecológico analizado.

Según Yáñez-Arancibia *et al.*, (1988), las especies dominantes espacial y temporalmente, son importantes en el control de la estructura y función de la comunidad, lo cual logran acoplado su ciclo de vida a las condiciones ambientales del lugar donde se desarrollan. De esta manera es posible encontrar a estos grupos dominantes en diferentes estadios, colonizando la gran diversidad de hábitats presentes en la laguna.

La dominancia en densidad de *I. polyommus* durante el período de secas, se da como resultado de la capacidad eurihalina de esta especie, lo que le permite aprovechar los recursos disponibles de la laguna aún cuando el ambiente no le sea del todo favorable. Los individuos de la familia Cyprinodontidae, a la que pertenece esta especie, no son importantes dentro del potencial de recursos pesqueros por tener tallas pequeñas, pero si son importantes por el papel ecológico que realizan en la transformación y transporte de energía dentro de el ecosistema, al ser alimento disponible para especies superiores (Vega-Cendejas 1998).

La variación en la dominancia de las especies entre los sitios y épocas climáticas, se presenta de acuerdo a su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales; así como por la conducta trófica y biológica de cada individuo. De tal manera, que aquellas especies que se presentaron en grandes abundancias, son las que aprovechan más eficientemente los recursos presentes en el sistema, resultando dominantes en las capturas realizadas en las diferentes épocas climáticas estudiadas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988), resultados similares se han reportado en la Laguna de Celestún por González-Acosta, (1995) y Vega-Cendejas (1998).

Las especies dominantes y el resto de las especies coexisten en los diferentes hábitats de la laguna y las temporadas climáticas del año. La magnitud de su importancia en la abundancia dentro de la comunidad, está en relación con el área, reproducción y época de desove de los adultos. Dicha coexistencia involucra una amplia gama de interacciones entre los grupos icticos, como consecuencia de los patrones y estrategias de utilización de las zonas adyacentes al manglar (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988).

La importancia del presente estudio radica de que a pesar de que Isla Contoy se ha decretado como un Parque Nacional, en la actualidad no existe un listado ictiofaunístico de sus sistemas lagunares, siendo este el primero en su tipo para este Parque Nacional.

CONCLUSIONES

La comunidad de peces asociada a la laguna Pajarera Central, está constituida por una gran variedad de especies con diferente origen ecológico, habitando tanto en la zona de la boca como en la parte más interna de la laguna.

El presente estudio representa el primer trabajo reportado sobre la comunidad íctica de una de las lagunas de Isla Contoy, incluyendo un listado ictiofaunístico de la Laguna Pajarera Central

Se registraron un total de 46 especies pertenecientes a 25 familias. Las especies dominantes pertenecen a las familias Gerridae, Cyprinodontidae, Atherinidae y Engraulidae.

El patrón de abundancias varió espacialmente con los gerridos y ciprinodontidos dominando la parte interna de la laguna y los atherinidos y engraulidos en la zona de la boca.

La laguna Pajarera Central es utilizada de forma espacial y temporal por las especies ícticas en sincronía con las temporadas climáticas y de la disponibilidad de alimento con base en los nutrientes.

Las especies dominantes actúan como controladores de la función y estructura de la comunidad, por su parte la variabilidad del sistema afecta la diversidad de especies. Las especies que dominan la comunidad y se mantienen a pesar de la constante variación del ecosistema, son las especies eurihalinas.

En la Zona Interna *F. polyommus* dominó durante la época de secas, siendo sustituida en lluvias y "nortes" por *E. argenteus*. La boca estuvo dominada por *Harengula jaguana* durante época de secas, *E. argenteus* en lluvias y *A. atherinomorus* en "nortes".

Los cambios en la composición específica de la comunidad, tanto en la boca como en la parte interna de la laguna, obedecen al influjo migratorio de las especies, tanto por su grado de tolerancia fisiológica como por la conducta trófica propia de cada especie.

La importancia de estudiar las poblaciones de peces que utilizan este tipo de sistemas para su desarrollo, debe considerarse tomando en cuenta las múltiples interacciones que se presentan entre ellas.

La Laguna Pajarera Central constituye un área importante en la comunidad íctica de la Isla Contoy, debido a que en ella interactúan una gran diversidad de especies, tanto dulceacuícolas, estuarinas, marinas y arrecifales. Esta laguna contribuye al desarrollo de una gran variedad de especies de peces, algunas con relevancia ecológica, en la transferencia de energía y las que representan un interés comercial por su potencial pesquero.

Isla Contoy representa la interacción de dos ecosistemas diferentes, debido a que es una zona de transición entre el Golfo de México y el Mar Caribe.

LITERATURA CITADA

- **Aguirre-León A. y A. Yáñez –Arancibia. 1986** Las mojarras de la Laguna de Términos: Taxonomía, biología, ecología y dinámica trófica (Pisces Gerreidae) An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 13(1) 369-443
- **Álvarez-Guillén., H., A. Yáñez-Arancibia y A. Lara-Domínguez. 1986.** Ecología de la Boca del Carmen, Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México, 12(1):107-144.
- **Alvarez del Villar, J. 1970.** Peces mexicanos (claves). Secretaria de Industria y Comercio. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. 166p.
- **Alvarez R. M., F., Amezcua, L. y A. Yáñez-Arancibia. 1986.** Ecología y estructura de las comunidades de Peces del Sistema Lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. An. Inst. de Cienc. del mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México., 13(1):185-242.
- **Álvarez R. B., Amezcua Linares, F. y Álvarez Rubio M. 1990.** Análisis de la diversidad, amplitud y traslape del nicho en la comunidad de peces del Sistema Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México, 17(2):215-240.
- **Amezcua –Linares, F. y A. Yáñez-Arancibia. 1980.** Ecología de los sistemas fluviolagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y la estructura de las comunidades de peces. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México, 7(1):69-118.
- **Andrewartha, H. G. y L. C. Birch. 1954.** The Distribution and Abundance of Animals, University of Chicago, Chicago Press, Chicago. 281p.
- **Arreguín-Sánchez, F., Valero-Pacheco, E. y Chávez, E. A. 1993.** A trophic box model of the coastal fish communities of the southwestern Gulf of Mexico, p. 197-205. In: Christensen, V. Y Pauly D. (eds.). Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc.
- **Bloom, S. A. 1981.** Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser., 5: 125-128.
- **Böhlke, J. E. y Chaplin, C. C. G. 1993.** Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. 2nd ed. University of Texas Press, Austin U. S. 771 p.
- **Bravo-Nuñez, E. y A. Yáñez- Arancibia. 1979.** Ecología de la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos I. Descripción del área y análisis estructural de las

comunidades de peces An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México, 6(1):125-182

- **Brower, J. E. y Zar, J. H. 1977.** Field and Laboratory Methods for general Ecology. W. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa. 194 p.
- **Cervigón, F. 1991.** Los peces marinos de Venezuela. 2ª edición. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. Vol. I-IV
- **Clifford, H. T. Y Stephenson, W. W. 1975.** An Introduction to numerical classification. Academic Press, London. 229 p.
- **Contreras E. F. 1993.** Ecosistemas Costeros Mexicanos. Univ. Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa., México., 415 p.
- **Day, W. J. Jr. y Yañez-Arancibia A. 1982.** Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. Ciencia Interamericana. OEA. Washington, 22(1 y 2):11-26.
- **Day, W. J. Jr., Hall, Ch. A., Kemp, W. M., Yañez-Arancibia, A. 1989.** Estuarine Ecology. John Wiley and Sons. New York. Toronto. 557p.
- **De la Cruz A. G. 1994.** ANACOM: Sistema para el Análisis de Comunidades en computadoras personales. Versión 3.0. 99 p.
- **Ekdale, A. A. 1974.** Marine molluscs from shallow-water environment (0 to 60 meters) off the Northeast, Yucatan Coast Mexico. Bull. Mar. Sci. p. p. 638-668.
- **Dickson, H. H. y Moore, R. H. 1977.** Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A & M, University Press, 327 p.
- **Fischer, W. 1978.** FAO species identification sheets for fisheries purposes. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia. Vol. I-VII.
- **Flores-Coto, C. y J. Alvarez-Cadena. 1980.** Estudios preliminares de distribución y abundancia del ictioplancton en la Laguna de Términos, Campeche. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México, 6(1):125-182.
- **Flores, J. S. 1983.** Vegetación insular de la Península de Yucatán, En Bol. Soc. Bot. México. 45:23-37.
- **Flores-Verdugo, F. J., F. González-Farías, O. Ramírez-Flores, F. Amezcua-Linares, A. Yañez-Arancibia, M. Alvarez-Rubio y J. W. Day Jr. 1990.** Mangrove ecology, aquatic primary productivity and fish community dynamics in the Teacapán-Agua Brava Lagoon-estuarine System (Mexican pacific). Estuaries. 13(2):219.230.

- **González-Acosta, A. F., 1995.** La comunidad de peces asociada al manglar de la Laguna Costera de Celestún, Yucatán, México Tesis Profesional Univ. Nal Autón. de México-Iztacala, 83p
- **Greenwood, P. H., D. E. Rosen, S. H. Weitzan y G. S. Myers. 1966.** Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. Bull Amer. Mus. Nat. His., 131(4):340-455.
- **Guitar, D. J. 1974.** Sinópsis de los peces marinos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Oceanología. Tomos I-IV.
- **Gunter, G. 1961.** Some relations of estuarine organism to salinity Limnol Oceanogr. 6:182-190.
- **Heck, K. L., Jr. 1999.** The nursery role of seagrass meadows. Book abstracts. 15th Biennial International Conference Estuarine Research Federation '99. New Orleans. September 25-30, 1999.
- **Herrera S., J. A. 1988.** Productividad primaria fitoplanctónica de la laguna de Celestún, Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, 126 p.
- **Humann, P. 1994.** Reef Fish Identification, Florida Caribbean Bahamas, 2nd edition, Ed. New World Publications, INC., Florida USA. 406 p.
- **Inclan, R. R. 1989.** Ecología de la epibiosis de las raíces inmersas en *Rhizophora mangle* en la Bahía de la Ascención, Quintana Roo, México., Ciencias Marinas, 15(1):1-20.
- **Jensen, S. 1978.** Influences of transformation of cover values on classification and ordination of lake vegetation. Vegetatio. 37: 19-31.
- **Jiménez, J.A. 1999.** Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del Pacífico de Centroamérica: contraste climáticos, p. 51-70. In: Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A.L. (eds.) 1999. Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.
- **Kinne, O. 1967.** Physiology of estuarine organisms with special reference to salinity and temperature: General aspects. En: Estuaries, George H. Lauff (Eds.), Amer. Assoc. Advan. of Sci. Pub. No. 83, Washington, D. C. p. 518-617.
- **Kjerfve, Björn. 1994.** Coastal Lagoons Processes. Elsevier Oceanography Series, 60. The Netherlands. 563p..
- **Krebs, C. J. 1978.** Ecology the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 2a. ed., Harper International. Nueva York, 678 p.

- **Kwang-Tsao, S., H.-J. Lin y S.-R. Kuo. 1999.** Roc fish communities in the mangrove creeks of Northern and Southern Taiwan. Book abstracts. 15th Biennial International Conference Estuarine Research Federation '99. New Orleans September 25-31, 1999
- **Lance, G. N. Y Williams, W. T. 1967.** A general theory for classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer Journal*, 9: 373-380.
- **Lankford, R. R. 1976.** Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. En: Wiley, M. (ed.) *Estuarine Processes*. Academic Press Inc. 182-215.
- **Lara- Domínguez, A. L., A. Yañez-Arancibia y J. W. Day. Jr. 1999.** Sequential use of mangrove and seagrass habitats by the fish community in Terminos Lagoon, Mexico. Book abstracts. 15th Biennial international conference Estuarine Research Federation '99. New Orleans. September 25-30, 1999.
- **Lasserre, G. N. y Toffart, J. L. 1977.** Echantillonnage et structure des population ichtyologiques des mangroves de Guadeloupe en Septembre 1975. *Cybiurn*, 3: 115-127.
- **Lewis III, R. E., Glemore, R. G. Jr., Crews, D. W., y Odum, W. E. 1985.** Mangrove habitat and fishery resources of Florida, p. 281-336. In: W. Seaman Jr. (ed.). *Florida Aquatics Habitat and Fishery Resources*, American Fisheries Society Kissimee Fla.
- **López-Ramos, E. 1978.** Estudio geológico de la península de Yucatán. En *Enciclopedia Yucatanense*, Tomo X. México, Gobierno del Estado de Yucatán.
- **Mena-Abud, K. J. 1994.** Estudios de la composición y distribución de la comunidad ictiofaunística de la Laguna de Celestún, Yucatán. Tesis Profesional. Lic. en Biología., Univ. Autón. de Yucatán. 40p.
- **Mena-Abud, K. J., E. Pérez-Díaz, F. Ricalde, M. E. Vega-Cendejas y G. de la Cruz A., 1991.** Ictiofauna de la Laguna de Celestún: Resultados preliminares. En: *Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología*, celebrado del 28 al 31 de oct. de 1991, Mérida, Yucatán, México.
- **Méndez, U. S. F. y Velarde Méndez A. 1982.** Estudios del Ictioplancton en la Boca del Carmen, Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón. de México, 77p.
- **Morales D., M. del R. y Salinas Q., G. 1988.** Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Isla Contoy Quintana Roo, México, Tesis Profesional. Univ. Nal. Autón. de México-Iztacala, 64 p.

- Nagelkerken I., Dorenbosch M., Verberk W., Cocheret de la Moriniere, E. y van der Velde G. 2000. Day-night shifts of fishes between shallow-water biotopes of a Caribbean bay, with emphasis on the nocturnal feeding of Haemulidae and Lutjanidae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 194: 55-64.
- Nagelkerken I., Dorenbosch M., Verberk W., Cocheret de la Moriniere, E. y van der Velde G. 2000^a. Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean bay for juvenile coral reef fishes: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 202: 175-192.
- Nagelkerken I., Kleijnen, S., Klop, T., van den Brand, R.A.C.J., Cocheret de la Moriniere, E. y van der Velde G. 2001. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish fauna between bays with and without mangroves/seagrass beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214: 225-235.
- Nelson, I. S. 1994. *Fishes of the World*. 3a ed. Wiley and Sons, New York. 600p.
- Odum, W. E. y Heald, E. J. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community, p. 265-286. In: L. E. Cronin (ed.). *Estuarine Research*. Academic Press Inc., New York.
- Ordoñez-López, U. 1995. Análisis del ictioplancton del ecosistema costero de Celestún, Yucatán, México., CINVESTAV-IPN. Unidad Mérida.
- Parrish, J.D. 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58: 143-160.
- Pianka, E. R. 1978. *Evolutionary Ecology*, 2a. ed., Harper and Row. San Francisco., 397 p.
- Pielou, E. C. 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience, New York. 286 p.
- Pinto, L. 1987. Population dynamics and community structure of fish in the mangroves of Pagbilao, Philippines. *J. Fish Biol.*, 33 (Suppl. A): 35-44.
- Programa de Manejo del Parque Nacional Isla Contoy. 1997. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. 123 p.
- Ramírez, A.R., López, M.I. y Szelistowski, W.A. 1990. Composition and abundance of ichthyoplankton in a Costa Rica mangrove estuary. *Rev. Biol. Trop.* 104: 369-379.
- Randal, J. E. 1968. *Caribbean Reef Fishes*. T. F. H. Publications. U. S. A. 318 p.

- **Reséndez-Medina, A. 1981a.** Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México I, *Biótica*, 6(3):239-291
- **Reséndez-Medina, A. 1981b.** Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México II (Ultima parte), *Biótica*, 6(4):345-430
- **Robble, M. B. y J. C. Ziemann. 1884.** Diel variation in the fish fauna of a tropical seagrass feeding ground. *Bull. Mar. Sci.*, 34(3):335-345.
- **Robertson, A. I. y Duke, N. C. 1987.** Mangroves as nursery sites: Comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.*, 96(2):193-205.
- **Robins, C. R., Ray, G. C. y Douglas, J. 1986.** A field guide to Atlantic Coastal Fishes of North America. Houghton Mifflin Company (eds.). Boston, U. S. A. 354 p.
- **Rooker y Dennis, 1991.** Diel, lunar and seasonal changes in a mangrove fish assemblage off southwestern Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.*, 49(3): 684-698.
- **Sánchez de Tagle. 1981.** Biología de campo sobre reptiles de Isla Contoy. Dirección General de Organización y Obras en Parques Nacionales para la Recreación, SAHOP. Reporte Interno.
- **Sedberry, R. G. y Carter, J. 1993.** The Fish Community of a shallow tropical Lagoon in Belize, Central America. *Estuaries*, 16 (2): 198-215 p.
- **Selem S. C. I. 1992.** Contribución al conocimiento del macrofitobentos de la Laguna de Celestún. Tesis de Licenciatura. Fac. De Med. Vet. Y Zoo., UADY, 63 p.
- **Schmitter-Soto, J. J., 1988.** Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo, Guías Científicas, ECOSUR.
- **Sheridan, F. P. 1992.** Comparative habitat utilization by estuarine macrofauna within the mangrove ecosystem in Rookery Bay, Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 50 (1): 21-39.
- **Sournia, A. 1978.** Phytoplankton manual. Monographs on oceanography. UNESCO. 6: 336 p.
- **Stoner W. A. 1986.** Community structure of the demersal fish species of Laguna Joyuda, Puerto Rico. *Estuaries*, 9: 142-152.
- **Subrahmanyam, C. B. y S. H. Drake. 1975.** Studies on the animal communities in two north Florida salt marshes. *Bull. Mar. Sci.*, 25(4): 445-465.

- **Szelistoski, W.A. 1990.** Importance of mangrove plant litter in fish food webs as temporary, floating habitat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Dissertation Doctor of Philosophy, University of South Carolina, 217 p. . In: Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A.L. (eds.) 1999 Ecosistemas de Manglar en América Tropical Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p
- **Taylor, J. N. 1976.** Key to the fresh and brackish water fishes of the Yucatan Peninsula. Museum of Zoology, Univ. of Michigan. 22 p.
- **Thayer, G. W., Suart, H., Kenworthy, J. W., Ustach, F. J. y Bowman, A. 1978.** In: Phillip, E.G., R. Clark y Judith, E. Clarki (eds.). Habitat values of salt marshes, mangroves and seagrasses for aquatic organisms. Proc of the National Symposium on Wetlands.
- **Thayer, G. W., D. R. Colby y W. F. Hettler. 1987.** Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in South Florida. Mar. Ecol. Prog. Ser., 35:25-38.
- **Tzeng, Wann-Nian y Wang y Yu-Tzu. 1992.** Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River. Mar. Biol., 113:481-490.
- **Valdés, D. S., Trejo, J. y Real, E. 1988.** Estudio hidrológico de la Laguna de Celestún, Yucatán, México, durante 1985. Cienc. Mar., 14 (2): 45-68.
- **Vargas M. I., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-L., 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, An. Inst. Cienc. del mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México (1):241-266.
- **Vega-Cendejas, M. E. 1990.** Estructura de la comunidad ictiofaunística del estero de Celestún, Yucatán, México. En: Resúmenes del II Congreso de Ciencias del Mar de Cuba, celebrado del 18 al 22 de junio de 1990, La Habana, Cuba.
- **Vega-Cendejas, M. E. 1998.** Trama trófica de la comunidad neotónica asociada al ecosistema de manglar en el litoral Norte de Yucatán. Tesis de Doctorado, Fac. De Ciencias, Univ. Nal. Autón. de México 170p.
- **Vega-Cendejas, M. E. y M. Henández de S. 1987.** Aspectos trofodinámicos de los peces dominantes en la Ría de Celestún, Yucatán, México., Presentado en el Primer Congreso de Ciencias del Mar de Cuba, Celebrado del 9 al 12 de junio de 1987.
- **Vega-Cendejas, M. E. , Arreguín-Sánchez, F. y M. Hernández de S. 1993.** Trophic fluxes on the Campeche, Campeche Bank, México. p.206-213. In:

Christensen, V. y Pauly, D (Eds), Trophic models of aquatic ecosystems ICLAEM Conf Proc.

- **Vega-Cendejas, M. E., U. Ordoñez-López y M. Hernández de S. 1994a.** Day-night variation of fish population in the Mangrove of Celestún Lagoon, Mex. International Journal of Ecology and Environmental Science, 20:99-108.
- **Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández de S. y Arreguin-Sánchez, F. 1994b.** Trophic interrelationships of fishes in a beach seine fishery from the northwestern coast of Yucatan, Mexico., Journ. Fish Biol. 44:647-659.
- **Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández de S., G. de la Cruz-A. 1997.** Los peces de la Reserva de Celestún, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Pronatura, Península de Yucatán A. C.
- **Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández de S, G de la Cruz y V. Castillo. 1999.** Fish community structure in an hyperhaline coastal ecosystem from Yucatan Peninsula, México. Book abstracts. 15th Biennial International Conference estuarine Research Federation '99. New Orleans. September 25-30, 1999.
- **Villalobos, A. 1979.** Aspectos Biológicos de Isla Contoy. Información interna de la Dir. Gral. de Org. y Obras de Parques Nac. Para la recreación, SAHOP. México.
- **Yañez-Arancibia A. 1978.** Taxonomía, ecología y estructura de las Comunidades de peces en lagunas Costeras con bocas Efimeras del Pacífico de México. An. Centro Cien. Del mar y Limniol., Univ. Nal. Autón. de México. 8(1):241-246.
- **Yañez-Arancibia, A., Linares, F. A. y Day, J. W. Jr. 1980.** Fish community structure and function in términos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico, p. 465-485. In: Kennedy, V. S. (ed.). Est. Perspectives. Academic Press, New York.
- **Yañez-Arancibia, A. 1981.** Ecology in the entrance of Puerto Real Terminos lagoon II, Discussion on trophic structure of fish community in banks of *Thalassia testudinum*. In Lasserre, P., H. Postma, J. Costlow and M. Steyaert (eds.), Preseht and Future Research un Coastal lagoons II, UNESCO/IABO. Tec. Pap. Mar. Sci. UNESCO, 33:191-232.
- **Yañez-Arancibia, A. y A. Lara-Domínguez. 1983.** Dinámica ambiental de la Boca de estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos de 24 horas. (Laguna de Términos, Sur del Golfo de México) An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México., 10(1):85-116.

- **Yañez-Arancibia, A. y Nugent, R. S. 1988.** El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México* 4(1):107-114
- **Yañez-Arancibia, A., A. L. Lara-Domínguez, J. L. Rojas-Galaviz, P. Sánchez-Gil, J. W. Day Jr. y C. J. Madden. 1988.** Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico). *J. Fish Biol.*, 33 Suppl. A): 191-200.
- **Yañez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A. L. y Day, W. J. 1993.** Interactions between mangrove and seagrass habitats mediated by estuarine nekton assemblages: coupling of primary and secondary production. *Hydrobiologia*. 264:1-12.
- **Yoklavich, M. M., Cailliet, G. M., Barry, J. P., Ambrose, D. A. y Antrim, B. S. 1991.** Temporal and Spatial Patterns in Abundance and Biodiversity of Fish Assemblages in Elkhorn Slough, California. *Estuaries*, 14 (4): 465-480
- **Zar, J. H. 1974.** *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N. J. 620 p.
- **Zieman, J. C., Macko, S. A. y Mills, A. L. 1984.** Role of seagrasses and mangroves in estuarine food webs: Temporal and spatial changes in stable isotope composition and amino acid content during decomposition. *Bull. Mar. Sci.*, 35:380-392.