



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
Laboratorio de Ecología de Peces

**ESTUDIO ECOLÓGICO DE LA COMUNIDAD
ICTIOFAUNÍSTICA DEL SISTEMA LAGUNAR DE
MANDINGA, VERACRUZ, DURANTE LA
TEMPORADA DE SECAS DEL 2011**

TESIS

Que para obtener el título de:

BIÓLOGO

Presenta

ANDRÉS MONTES ZÚÑIGA

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela
Directora de tesis

Los Reyes Iztacala, Estado de México 2019





Universidad Nacional
Autónoma de México

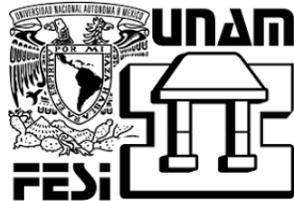


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



El presente trabajo fue apoyado por la UNAM a través de la CARRERA DE BIOLOGÍA de la FES Iztacala, por el PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS PARA LA INNOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA (PAPIME) de la DGAPA proyecto EN203804 y por el PROGRAMA DE APOYO A LOS PROFESORES DE CARRERA PARA PROMOVER GRUPOS DE INVESTIGACIÓN (PAPCA) y se realizó en el LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE PECES a cargo de los profesores Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela y M. en C. Adolfo Cruz Gómez, instituciones y laboratorio a los que agradezco su apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres Nazario Montes Miranda y Juana Leticia Zúñiga Mercado, con todo mi amor y respeto, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad con todo su amor, cariño, comprensión y confianza; por alentarme y guiarme siempre en busca de la meta tanto anhelada, la mayoría de mis logros se los debo a ustedes entre lo que se incluye este trabajo.

Gracias mamá y papá

A mi hermano Javier Eduardo Montes Zúñiga, Gracias por no solo ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso y por siempre alentarme a seguir adelante.

A mi tía Francisca Miranda Víquez y mi tío Alberto Gonzales Soto por siempre apoyarme en todo lo que eh necesitado, recordarme la importancia de la familia y sobre todo nunca dejarme solo.

A la maestra Asela del Carmen Rodríguez Varela, hoy ya no soy el mismo joven que entró por primera vez a su laboratorio, con todo lo que me ha enseñado, ha hecho que me convirtiera en una mejor persona, mi educación no hubiera sido la misma sin una persona como usted, por eso le dedico este trabajo ya que el logro de un maestro es ver triunfar a sus alumnos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Gracias por apoyarme a cumplir todos mis objetivos desde que tengo memoria, por siempre brindarme los recursos necesarios para que cumpliera todos los días en la escuela, sé que no fue fácil levantarse muy temprano todos los días para que fuéramos a la escuela, el trabajar arduamente para que nunca nos faltara nada, el querer descansar y no poder hacerlo, el desvelarse muchos días por ayudarme cuando se los pedía y entre otras muchísimas cosas. Se por todo lo que han luchado para que a mi hermano y a mí nunca nos faltase nada y vernos triunfar en la vida es por eso que espero que todo el sacrificio que ustedes hicieron no haya sido en vano y que se sientan orgullosos de mí ya que de no ser por ustedes nunca hubiera llegado tan lejos.

A ustedes quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado por sus hijos gran parte de su vida, me ha formado y educado. A quienes nunca podré pagar todos los sacrificios que hicieron por mí, ni con las riquezas más grandes del mundo, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida y por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Mis palabras no bastarían para agradecerles el apoyo incondicional y esfuerzo que han dedicado, para que hoy reciba su más valiosa herencia: Mi profesión.

Por ustedes la obtuve y a ustedes se las brindo.

A mi hermano

Gracias por ayudarme cuando más lo necesitaba, por darme esos consejos que me ayudaban a ser mejor persona y sobre todo siempre poder contar contigo cuando más lo necesitaba.

A mi tía Fran y tío Beto

Gracias por siempre apoyarme desde antes de que iniciara este trabajo, gracias por brindarme las herramientas necesarias para poder realizarlo y sobre todo por darme ese amor y cariño al igual que mis padres... Los quiero muchísimo y muchísimas gracias.

A mi mamá Güerita y a mi papá Juanito

Gracias por darme ese amor y cariño que solo ustedes saben dar, por siempre preocuparse por mí y mis primos, por rezar todos los días para que llegara a casa con bien y me fuera muy bien en la escuela. En verdad que no tienen idea lo muchísimo que los quiero a ustedes, mis abuelitos... gracias

A mi familia

Gracias por permitirme formar parte de esta tan maravillosa familia de la cual estoy muy orgulloso y feliz de pertenecer con mis abuelitos, tíos, primos, sobrinos y con mucho

cariño a mis padrinos María Antonieta y Alejandro, Avelino y Yolanda y María y Aurelio y de una forma muy especial a mis tías Inés, y Elvira por su apoyo incondicional.

A mi directora de tesis

Debo agradecer de manera especial y sincera a la Profesora Asela del Carmen Rodríguez Varela por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo incondicional y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador. Le agradezco también de todo corazón el haberme tenido la paciencia y el haberme dado sus buenos consejos y facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis Muchas gracias profesora

A mi honorable jurado

DR. Sergio Chazaro Olvera.
MTRO. Rafael Chávez López.
DR. Horacio Vázquez López.
BIOL. Carlos Manuel Bedía Sánchez.

Un agradecimiento muy especial para ustedes por el tiempo que me compartieron en la revisión las observaciones, las firmas y por sus aportaciones muy valiosas para este trabajo profesional.

A los profesores y alumnos del Laboratorio de Ecología de Peces de la FES Iztacala, UNAM, por la realización de los muestreos que se utilizaron en la presente investigación.

A todos los profesores que a lo largo de la carrera me enseñaron, guiaron y ayudaron en algún momento, gracias por sus valiosas enseñanzas.

A todos mis amigos

A mis amigos que conocí a lo largo de la carrera que me acompañaron en los buenos y malos momentos, gracias por todos los momentos de triunfos, risas, fiestas, tristezas y enojos ya que gracias a todo esto me hicieron mejorar como persona. En verdad que nunca voy a olvidar todos sus consejos y los bonitos momentos que pasamos en toda esta trayectoria escolar y con gran cariño a mis amigas Dani, Silvitia, Lore, Lucero, Violeta, Selene, Metz, Janette, Sandy, July y a mis amigos Franco, Luis, Adrián, Misael, Cesar, Kevin, Andrés, Paco y Francisco.

Un agradecimiento especial a mis dos grandes amigos de toda la vida Cesar y Alicia quienes he estado conociendo desde hace más de 8 años, gracias por brindarme su amistad y dándome su apoyo en todo momento, por esas buenas platicas y consejos que

hemos tenido a lo largo de todos estos años y sobre todo por aguantarme por tanto tiempo y seguir preservando esta amistad con buenos y malos momentos los quiero mucho.

A mis amigos del Laboratorio de ecología de peces, Iskra, Selene, Oscar y Omar, amigos... en verdad que no tengo palabras para agradecer todo este tiempo que pasamos juntos desde el laboratorio hasta Mérida, lleno de alegrías, risas, tristeza y estrés gracias por apoyarme cuando lo necesitaba y nunca dejarme solo en verdad que no saben lo agradecido que estoy al tenerlos como compañeros de laboratorio y de tesis los quiero mucho.

*A mí querida universidad y máxima casa de estudios, la **Universidad Nacional Autónoma de México** y a su **Facultad de Estudios Superiores Iztacala** por haberme permitido realizar los estudios en esta querida Institución que abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.*



“Jamás habría tenido éxito en la vida si no hubiera prestado a la cosa más mínima la misma atención y el cuidado que he prestado a la más importante.”

Charles Dickens

“El mar es todo. Cubre siete décimas del globo terrestre. Su aliento es puro y saludable. Es un inmenso desierto, donde el hombre nunca está solo, porque siente vida por todos los lados.”

Jules Verne



CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	6
HIPÓTESIS	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MATERIALES Y MÉTODO	12
RESULTADOS	27
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	27
Profundidad	27
Transparencia.....	28
Temperatura	29
Oxígeno disuelto.....	30
Salinidad.....	31
Conductividad.....	32
pH.....	33
Textura de sedimentos.....	34
Gravas.....	35
Arenas	36
Lodos.....	37
Carbono orgánico total (CO)	38
LISTADO FILOGENÉTICO	39
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y ÁREA GEOGRÁFICA	42
DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIE	45
<i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758).....	45
<i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848)	45
<i>Opsanus beta</i> (Goode & Bean, 1880)	47
<i>Menidia beryllina</i> (Cope, 1867)	48
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	49
<i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)	50
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	51



<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847).....	51
<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863	53
<i>Poecilia sphenops</i> Valenciennes, 1846.....	54
<i>Syngnathus louisianae</i> Günther, 1870	55
<i>Syngnathus scovelli</i> (Evermann & Kendall, 1896)	56
<i>Microphis brachyurus</i> (Bleeker, 1854).....	57
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	58
<i>Centropomus pectinatus</i> Poey, 1860	59
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	60
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801).....	61
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815).....	62
<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	63
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	64
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	65
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842.....	66
<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	67
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792).....	68
<i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus, 1766)	69
<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	70
<i>Mayaheros urophthalmus</i> (Günther, 1862)	71
<i>Petenia splendida</i> Günther, 1862.....	72
<i>Vieja synspila</i> (Hubbs, 1935).....	73
<i>Hypsoblennius ionthas</i> (Jordan & Gilbert, 1882).....	74
<i>Gobiomorus dormitor</i> Lacepède, 1800.....	75
<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792).....	76
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	77
<i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)	78
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	79
<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858).....	80
<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800.....	81
<i>Gobiosoma bosc</i> (Lacepède, 1800)	82
<i>Gobionellus hastatus</i> Girard, 1859.....	83
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	84
<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	85



DENSIDAD RELATIVA	86
FRECUENCIA RELATIVA.....	87
DOMINANCIA RELATIVA	88
VALOR IMPORTANCIA ECOLÓGICA.....	89
RIQUEZA DE ESPECIES	90
DIVERSIDAD ECOLÓGICA	91
DISCUSIÓN.....	93
Batimetría.....	93
Transparencia.....	93
Temperatura	94
Oxígeno disuelto.....	94
Salinidad.....	95
Conductividad.....	96
pH.....	96
Gravas	97
Arenas	97
Lodos.....	98
Carbono orgánico total.....	98
Caracterización ecológica y área geográfica	99
Distribución de la densidad y biomasa.....	102
Características comunitarias	103
Densidad relativa.....	103
Frecuencia relativa	104
Dominancia relativa.....	105
Valor de importancia ecológica	106
Riqueza de especies	106
Diversidad ecológica	107
Consideraciones finales	108
CONCLUSIONES.....	110
LITERATURA CITADA.....	111



RESUMEN

Los sistemas lagunares estuarinos de la zona costera tropical se caracterizan por una compleja estructura ecológica, por su gran variedad de hábitats, son áreas con hábitats ricos en nutrientes y además manifiestan variaciones estacionales significativas, donde los peces en particular usan las lagunas costeras en alguna etapa de su ciclo de vida como el caso del Sistema Lagunar de Mandinga (SLM). El papel ecológico de los peces es particularmente significativo, por su capacidad de desplazamiento entre y dentro del ecosistema, que les permite actuar como reguladores energéticos a través de interacciones biológicas entre ellos y las diferentes comunidades, influyendo en la periodicidad de la abundancia, biomasa, distribución y diversidad de éstos y además como reserva genética del ambiente acuático. Es por esto que el objetivo del presente trabajo fue realizar el estudio ecológico de la comunidad ictiofaunística del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, durante la temporada de secas 2011. El muestreo se llevó a cabo en el mes de marzo del 2011 donde se obtuvieron registros fisicoquímicos en 20 estaciones establecidas mediante un muestreo estratificado, para las muestras biológicas (peces) se emplearon dos artes de captura; uno consistió en utilizar una red tipo Renfro y una red chinchorro en 11 estaciones. Los registros fisicoquímicos indican que la laguna se presentó como un sistema somero, cálido, hiperóxico y polihalino debido a que se registró una profundidad promedio de 151.15 cm, temperatura promedio de 27.75 °C, oxígeno disuelto promedio de 7.89 mg/L salinidad promedio de 15.9 ups. Se colectaron un total de 3,442 organismos pertenecientes a 17 familias, 34 géneros y 41 especies de las cuales el 71 % fueron especies eurihalinas del componente marino, 12 % especies dulceacuícolas, 12 % especies permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 5 % de especies estenohalinas del componente marino. Se determinó la distribución de la densidad, biomasa y valor de importancia, para cada especie. Las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron *Anchoa mitchilli* que presentó el mayor valor de biomasa promedio (18.68 g/100 m²) y *Dormitator maculatus* quien se distribuyó en todas las estaciones donde se colectó y registró el mayor valor de densidad promedio (61.91 ind/100 m²). La diversidad ecológica de la densidad fue de 1.48 nits y la de biomasa fue de 1.37 nits lo que se considerada baja. La distribución de la densidad y biomasa de las especies están en función a las variables ambientales principalmente a la salinidad y a carbono orgánico total (CO), pero la presencia de vegetación sumergida es un elemento clave para la comunidad íctica del SLM.

Palabras claves: Ecología, ictiofauna, distribución, densidad, biomasa, México.





INTRODUCCIÓN

Los habitantes de los océanos son variados y numerosos, pero sin duda el grupo de los peces es uno de los de mayor importancia ya que ningún otro grupo de animales supera el grado de organización y adaptación que han alcanzado para vivir en el medio acuático (Ruiz, 2004). Hasta el año 2006 se habían descrito por lo menos 27,977 especies de peces óseos a nivel global. Actualmente se conoce un número válido de especies de más de 32,000; los trabajos en donde se han descrito aproximadamente 3,900 nuevas especies, versan sobre diversidad, morfología y relaciones filogenéticas (Nelson *et al.*, 2016).

De acuerdo con Espinosa-Pérez *et al.* (2008), la diversidad de peces mexicanos constituye un número elevado de especies, se conocen 2,692 especies, lo que representa 9.61 % a nivel mundial, cantidad que ha venido creciendo poco a poco con la descripción de nuevas especies, así como la revisión de la diversidad con las nuevas metodologías moleculares y por la exploración de zonas poco conocidas desde el punto de vista ictiofaunístico.

Existen diferentes tipos de clasificación para peces, uno de los principales se basa en el hábitat, en el que los organismos se clasifican en peces dulceacuícolas, peces del componente estuarino y peces del componente marino que utilizan los sistemas estuarinos de manera permanente, estacional o como visitantes ocasionales, un gran número de especies de importancia comercial son dependientes de los sistemas lagunares estuarinos (Durán y Méndez, 2010).

En el caso de peces lagunares estuarinos, se tiene un registro de 563 especies para México, las poblaciones ícticas invaden dichas localidades por motivos como alimentación, reproducción, crecimiento y protección de diferentes estadios principalmente juveniles (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). También se menciona que los peces tienen un valor intrínseco como uno de los eslabones de la biodiversidad al presentar una gran variedad de formas, tamaños y colonizar una gran amplitud de hábitats acuáticos y como reserva genética del ambiente acuático. En las lagunas costeras, el papel ecológico de los peces es particularmente significativo, por su capacidad de desplazamiento entre y dentro del ecosistema, que les permite actuar como reguladores energéticos (Yáñez-Arancibia, 1986).

Las lagunas costeras, son cuerpos de agua situados a lo largo del litoral que generalmente, mantienen comunicación permanente con el mar (Contreras-





Espinosa *et al.*, 2002). Estos sistemas se caracterizan por una compleja estructura ecológica, por su gran variedad de hábitats para numerosas especies de invertebrados (moluscos y crustáceos) y de vertebrados (aves, mamíferos y peces) (Lara-Domínguez y Yáñez-Arancibia, 1999).

El litoral del estado de Veracruz se extiende a lo largo de 745.14 km desde la frontera con Tamaulipas hasta la frontera con Tabasco. Forma parte del golfo de México, reconocido como una cuenca semi-cerrada ubicada en la zona subtropical. Entre los diferentes ambientes costeros que se han registrado en este estado se mencionan playas arenosas, playas rocosas, playas mixtas, dunas móviles, dunas estabilizadas, manglares, humedales de agua dulce, lagos costeros, ríos temporales, ríos permanentes, arroyos y finalmente lagunas costeras entre las que sobresalen las lagunas de Pueblo Viejo, Tampamachoco, La Mancha, Alvarado, El Ostión, Tamiahua, El Llano, Sontecomapan y Mandinga (Contreras-Espinosa *et al.*, 2002; Peresbarbosa-Rojas, 2005).





ANTECEDENTES

En el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM) se han realizado diversas investigaciones. Abordando aspectos de su hidrología, Arreguín-Sánchez (1982), analizó las variaciones estacionales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y turbiedad a partir de registros obtenidos durante un ciclo anual de muestreos. Concluyó que la salinidad es el factor que determina la dinámica del sistema, siendo el río Jamapa un elemento fundamental y con una limitada influencia marina. Reguero y García-Cubas (1993), describieron las condiciones hidrológicas sobresalientes y analizaron la fauna malacológica presente en muestras de sedimento superficial húmedo en 19 localidades distribuidas en SLM. Concluyeron que SLM es una laguna somera y las localidades con valores más altos se ubicaron en sitios donde la influencia de las corrientes es más notoria ya que son los lugares más estrechos, en cuanto a la salinidad durante la temporada de muestreo se definió como un ambiente mesohalino. Guzmán-Amaya *et al.* (2005), determinaron la concentración de algunos metales pesados en sedimento (total y biodisponible) en las lagunas de Alvarado, Mandinga y Tamiahua. Concluyeron que las concentraciones de Cd, Cr, Pb y Zn en ostiones en la laguna de Mandinga, están relacionadas con la concentración de estos metales en sedimento y Reyes-Ascencio (2011), realizó un estudio durante las temporadas climáticas de secas y lluvias 2008 y secas 2009, con el propósito de conocer su hidrología y su cambio a través del tiempo, encontrando diferencias significativas entre cada temporada. Los resultados se compararon con estudios realizados desde la década de los 80's. Se concluyó que SLM, es un cuerpo de agua somero, con los registros de temperatura más altos para todos los sistemas de Veracruz, polihalino y bien oxigenado con gran cantidad de sedimentos principalmente arenas, además de gran cantidad de carbono orgánico.

En el caso de los peces, Fuentes (1991), realizó un trabajo sobre la diversidad ictiofaunística de sistemas lagunares de México. Concluyó que la riqueza ictiofaunística de los sistemas costeros mexicanos sobrepasa las 400 especies, de las cuales más de 350 son de origen marino, mientras que las familias más representativas de las lagunas costeras y estuarios son Gobiidae, Ariidae, Gerreidae, Bothidae, Scianidae, Carangidae y Clupeidae. Kobelkowsky (1991), realizó un listado sistemático de peces de nueve lagunas costeras del estado de Veracruz. Concluyó que el género mejor representado es *Cichlasoma*, del cual el mayor número de especies se registra en las lagunas de Mandinga y Sontecomapan. Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez (2002), caracterizaron 11 sistemas estuarino lagunares del estado de Veracruz por su composición





ictioplanctónica. Concluyeron que las lagunas costeras y estuarios del estado de Veracruz, registran una riqueza específica media, con la presencia del 40 % de estadios larvarios con respecto a los elementos ícticos adultos registrados. La comunidad ictioplanctónica está determinada, principalmente, por las especies de origen marino tanto eurihalinas como estenohalinas. Gaeta-García (2011), analizó la distribución y abundancia de la ictiofauna durante la temporada climática de lluvias del 2008. Concluyó que durante la temporada de lluvias un mayor número de especies se registran, debido a que se presenta un decremento en la salinidad y un aumento en la concentración de oxígeno disuelto, de esa forma las especies aprovechan óptimamente los recursos disponibles. La distribución de la densidad y biomasa de las especies están en función a las variables ambientales principalmente a los cambios de temperatura y salinidad y a los ciclos de vida de las especies. Arenas-Fuentes (2012), analizó la distribución y abundancia espacial de la ictiofauna durante la temporada climática de secas del 2007. Concluyó que las variaciones ambientales, junto con la alta productividad primaria y el resguardo que otorga la vegetación sumergida, permiten que algunas especies sean dominantes, ya que se han adaptado a los cambios que les impone el ambiente estuarino-lagunar, lo cual influye en la periodicidad de la riqueza, distribución, abundancia y frecuencia de las poblaciones, lo que a su vez impacta en los patrones espaciales de la diversidad ecológica del sistema. García-Ortega (2013) y Gómez-Sánchez (2013), determinaron la distribución y abundancia de la comunidad de peces y análisis ecológico durante las temporadas climáticas de secas de 2007 al 2010 y lluvias del SLM. El sistema se caracterizó por albergar una gran variedad de especies, principalmente de origen marino, cuya distribución y abundancia están ligadas a la variación ambiental y su biología.





JUSTIFICACIÓN

En las zonas costeras, el papel ecológico de los peces es particularmente significativo, por su capacidad de desplazamiento entre y dentro del ecosistema, que les permite actuar como reguladores energéticos y como reserva genética del ambiente acuático. Por lo que es de gran importancia realizar estudios para conocer la dinámica de estos sistemas, siendo ellos parte importante para muchas especies de animales.

OBJETIVOS

General

- Realizar el estudio ecológico de la comunidad ictiofaunística del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, durante la temporada de secas 2011.

Particulares

- Registrar y analizar las condiciones fisicoquímicas de los sitios muestreados durante la temporada de estudio.
- Elaborar un listado filogenético de las especies colectadas del sistema.
- Establecer el origen y área geográfica de las especies colectadas.
- Definir la distribución de la densidad y biomasa de las especies colectadas.
- Analizar la abundancia de la ictiofauna a través del cálculo la densidad relativa y biomasa relativa de las especies colectadas.
- Calcular la dominancia y frecuencia relativa y el valor de importancia ecológica de las especies colectadas.
- Estimar la riqueza de especies (S) y diversidad ecológica.





HIPÓTESIS

Debido a que en los sistemas estuarinos-lagunares tienen una dinámica tal que se caracteriza por poseer un ambiente de cambio continuo permitiendo el establecimiento de organismos con diferentes características y requerimiento dado en particular por la biología de cada uno de los individuos que habitan en estos sitios, habrá un cambio significativo en la composición de la comunidad de peces en el SLM durante la temporada de secas del 2011.



ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación

El SLM se encuentra a 18 km al sur del puerto de Veracruz, entre los paralelos 19° 00' y 19° 06' norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' oeste (INEGI-SIATL, 2018). Tiene una longitud total de 20 km y está constituido, de norte a sur, por tres cuerpos de agua: laguna La Redonda con una longitud de 3.421 km, laguna La Redonda o Mandinga Chica, que mide 2.134 km de longitud y laguna de Mandinga o Grande de 6.490 km. Estas lagunas se encuentran interconectadas por tres esteros; estero Conchal, cuya parte terminal se ubica en la posición noroeste de la laguna La Larga, comunicando al sistema con el mar, estero Horcones que inicia en la parte suroeste de la laguna La Larga, uniéndose con la laguna La Redonda en el extremo occidental y por último estero Mandinga, que se conecta a la laguna La Redonda con la laguna Mandinga Grande (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

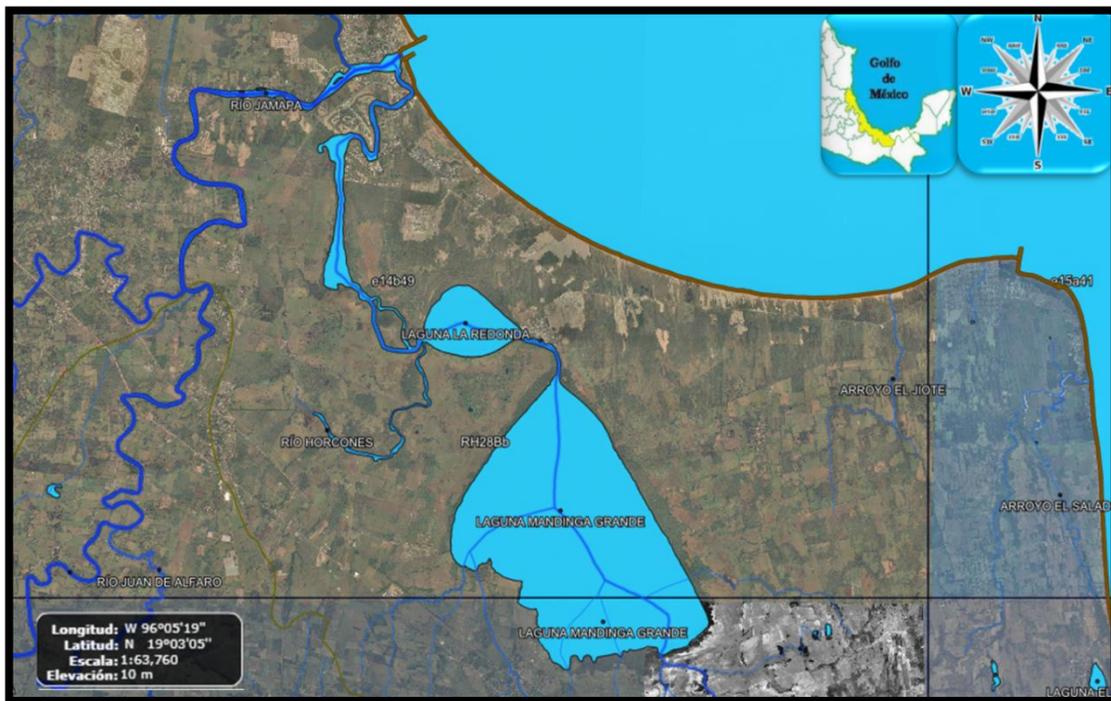


Fig. 1. Ubicación geográfica del Sistema Lagunar de Mandinga en Veracruz de Ignacio de la Llave (Tomado de INEGI-SIATL, 2018).



Topografía

El INEGI (2010a), reporta al municipio de Alvarado como provincia de llanura costera del golfo sur (100 %) y como subprovincia, llanura costera veracruzana (100 %) (Fig. 2). La llanura costera del golfo se extiende dentro del país a lo largo de 700 km, de litoral cóncavo y sinuoso, desde el Río Bravo hasta llegar a las estribaciones del eje Neovolcánico, quedando limitada al poniente por la Sierra Madre Oriental. Su anchura es variable e irregular desde 75 a 100 km. En general se presenta una superficie plana con suave inclinación y con una altitud desde 200 m, gracias a ello es posible distinguir dos porciones bien contrastadas, al norte muestra amplias áreas ecológicas de tierras bajas, arenosas o pantanosas, en las que las corrientes no han socavado su cauce, sino que han rellenado, quedando en terrenos altos.

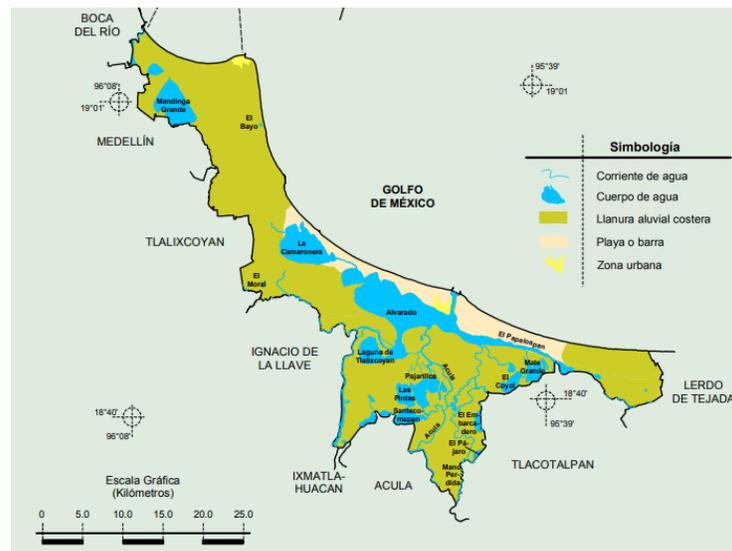


Fig. 2. Relieve del municipio de Alvarado (tomado de INEGI, 2010).

Clima

El clima correspondiente al SLM, según García (2004), se clasifica dentro de los cálidos subhúmedos (A_{w2}). Principalmente se definen tres temporadas climáticas: temporada de “secas” que va de marzo a junio; temporada de “lluvias” que va de julio a octubre y finalmente, la temporada de “nortes” que se presenta de noviembre a febrero (Sevilla y Ramírez, 1995 citado por Guzmán-García *et al.*, 2005). Presenta una precipitación en la temporada de secas de 125 a 200 mm y temporada de lluvias de 1,400 a 1,700 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor 5 % de la anual. La temperatura media en la temporada de secas está

entre 18 °C y 27 °C y en la de lluvias entre 22.5 °C y 33 °C (García, 2004) (Tabla 1).

Tabla 1. Características climáticas generales de la región correspondiente al sistema.

		Temporadas	
		Temporada de secas	Temporada de lluvias
Temperatura media (°C)	Máxima	27 °C	33 °C
	Mínima	18 °C	22.5 °C
Precipitación (mm)	Cantidad	125 a 200 mm	1,400 a 1,700 mm
	Número de días con lluvias apreciables	0 a 29	60 a 89
Vientos (m/seg)	Dirección	Vientos del norte	Vientos del noreste
	Velocidad	30 m/s a 237 m/seg	30-171 m/s a 237 m/seg

Hidrología

El SLM se encuentra dentro de la Región hidrológica del Papaloapan, la cual tiene una extensión de 18,247 km², ésta a su vez se subdivide en las cuencas del Río Papaloapan de 16,258 km² y la del Río Jamapa que nace de los deshielos del Pico de Orizaba, recorre 150 km y recibe el afluente de los ríos Huatusco, Cotaxtla y Totolapan, desembocando finalmente en el golfo de México al sur del municipio Boca del Río; esta cuenca, contiene a la subcuenca del Río Atoyac (1,306 km²). Las corrientes tributarias que nutren al SLM son la del Río Jamapa, Río Horcones y Arroyo la Piedra, siendo la principal fuente de agua dulce que recibe el SLM. La corriente del Río Horcones desemboca al suroeste de La Redonda y la del arroyo La Piedra, desemboca al sur de la laguna Mandinga (Fig. 3) (INEGI, 2010abc).

Batimetría

La profundidad es de 2.0 a 3.0 m en el estero del Conchal; 1.0 m en la laguna La Larga; 3.0 m en el estero Horcones; 0.80 m en la laguna La Redonda, con extremos bajos que ocasionalmente sobresalen del agua, principalmente en su parte occidental y 1.60 m en la laguna de Mandinga (Contreras-Espinosa, 1985).

MATERIALES Y MÉTODO

El 18 y 19 de marzo del 2011 correspondiente a la temporada de secas, se realizó el muestreo estratificado, esto es, considerando sólo las áreas (estratos) de vegetación sumergida donde se ubicaron 11 estaciones de muestreo para la colecta de peces (Fig. 4). Se utilizó una lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda de 50 HP para el traslado entre estaciones (Fig. 5).



Fig. 4. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en el SLM (en sombreado las estaciones en las que se realizó la colecta de peces).



Fig. 5. Embarcación empleada para los muestreos en el sistema lagunar.

Cada una de las estaciones fueron georreferenciadas, tomando los valores de latitud y longitud en grados, minutos y segundos, con un geoposicionador Garmin modelo 12 XL (Fig. 6) y se registró la hora en cada estación.



Fig. 6. Geoposicionador Garmin, 12 XL.

Para definir el estado del clima y la visibilidad se emplearon las claves propuestas por Chávez (1980) (Tabla 2), mientras que para la cantidad y tipo de nubes se utilizó el código de *World Meteorological Organization International Cloud Atlas* (2018) (Fig. 7).

CANTIDAD DE NUBES Cielo cubierto en porcentaje		TIPOS DE NUBES
Clave	Cantidad	
0	Sin nubes	
1	Menos del 10 % del cielo cubierto	
2	Del 20 al 30 % del cielo cubierto	
3	40 % del cielo cubierto	
4	50 % del cielo cubierto	
5	60 % del cielo cubierto	
6	Del 70 al 80 % del cielo cubierto	
7	Del 81 al 90% del cielo cubierto	
8	100 % del cielo cubierto	
9	Cielo oscuro	

Fig. 7. Códigos para determinar cantidad y tipos de nubes.

Tabla 2. Claves propuestas por Chávez (1980), para la determinación del estado del clima y visibilidad.

Estado del clima		Visibilidad	
Clave	Descripción	Visibilidad (metros)	Descripción
00	Sin lluvias en el momento de observación	50	Niebla densa
10	Sin niebla, nieve, tormenta de polvo o arena	200	Niebla delgada
20	Con lluvia, tormentas eléctricas en la última hora antes de las observaciones, pero no en ese momento	400	Niebla
30	Con tormentas de polvo y arena	1,000	Niebla moderada
40	Niebla o neblina	1,825	Calimo
50	Con llovizna	3,650	Mala visibilidad
60	Con lluvia	9,125	Buena visibilidad
70	Con nieve	18,250	Buena visibilidad
80	Lluvias tormentosas con descargas eléctricas	54,750	Buena visibilidad
		63,875	Buena visibilidad

Para temperatura ambiental (°C), humedad relativa (%), presión barométrica (mbs), altitud (m) y velocidad del viento (km/h), se utilizó una estación climática Kestrel 4000, como la que se presenta en la figura 8.



Fig. 8. Estación Climática Kestrel 4000.

Se determinó la dirección del viento con una veleta y brújula. Con la velocidad del viento registrada, se utilizó la escala de Beaufort para determinar la descripción e influencia hacia la superficie del mar (Fig. 9).



Clasificación de la Velocidad de los Vientos. Escala de Beaufort			
Número de Beaufort	Velocidad del Viento (km/hr)	Descripción Internacional	Efecto del Viento sobre el Mar
0	<1	Calmo	Oleaje suave
1	1-5	Brisa suave	Oleaje suave
2	6-11	Brisa suave	Oleaje suave
3	12-19	Brisa moderada	Olas grandes y pequeñas
4	20-28	Brisa moderada	Olas grandes y pequeñas
5	29-38	Brisa fresca	Oleaje moderado, muchas crestas
6	39-49	Ventarrones	Grandes olas, muchas crestas
7	50-61	Brisa fresca	Grandes olas, muchas crestas
8	62-74	Ventarrón	Olas altas, mucha espuma
9	75-88	Ventarrón	Olas altas, mucha espuma
10	89-102	Ventarrón constante	Olas muy altas, mar revuelto
11	103-117	Tormenta	Olas muy altas, mar revuelto
12-17	>117	Huracán	Mar blanco, lleno de crestas, rocío y espuma

Fig. 9. Brújula para la determinación de la dirección del viento y escala de Beaufort para la clasificación de la velocidad de los vientos.

Para determinar la profundidad (cm), de cada estación, se utilizó un ecosonda portátil Depthmate modelo SM-5 (Fig. 10). La transparencia (cm) fue medida con un disco de Secchi LaMotte, como el que se muestra en la figura 11.



Fig. 10. Ecosonda portátil Depthmate, SM-5.



Fig. 11. Disco de Secchi LaMotte.

Las características hidrológicas se registraron a dos niveles, superficie y fondo. Para el nivel de fondo, se utilizó una botella Van Dorn de dos litros de capacidad, mientras, la temperatura (°C), la salinidad (ups) y la conductividad (mS/cm) fueron registradas con un multisensor YSI 30 (Fig. 12). El SLM se clasificó de acuerdo con su registro de salinidad con la propuesta de Carriker (De la Lanza, 1994) (Tabla 3). Para el registro del oxígeno disuelto se empleó un oxímetro de la marca Oakton Serie DO 300 (Fig. 13) y se utilizó la clasificación de Contreras-Espinosa (2001), para lagunas costeras según su contenido de oxígeno disuelto (Tabla 4).



Fig. 12. Botella de van Dorn y multisensor YSI 30.

Tabla 3. Clasificación de las lagunas con base en la salinidad de acuerdo con Carriker (De la Lanza, 1994).

Categoría	Valor (UPS)
Limnético	< 0.5
Oligohalino	0.5 a 5.0
Mesohalino	5.0 a 18.0
Polihalino	18 a 30
Euhalino	30 a 40
Hiperhalino	> 40



Fig. 13. Oxímetro Waterproof Oakton Serie DO 300.

Tabla 4. Clasificación de las lagunas con base en la cantidad de oxígeno disuelto de acuerdo con Contreras-Espinosa (2001).

Condiciones	Descripción	Oxígeno disuelto (mg/l)
Hipoxica	Valores considerados nocivo para la biota acuática.	2 – 3
Óxica	Valores óptimos para el desarrollo de los organismos.	3 – 5
Hiperóxica	Característico de aguas muy productivas debido a que estas concentraciones representan, en la mayoría de los casos, niveles de sobresaturación del gas cuyo origen se presume en los productores.	> 5

Para llevar a cabo el registro de pH se usó un potenciómetro modelo Waterproof pH Testr 1 (Fig. 14).



Fig. 14. Determinación del pH, con el potenciómetro.

La dirección de viento y corriente se determinó con una varilla con cintas (Fig. 15). La velocidad se registró en (m/seg) con un flujómetro digital 30A-60 (Fig. 16).



Fig. 15. Varilla con cintas para determinar la dirección de corriente.



Fig. 16. Flujómetro digital 30A-60 para determinar de la velocidad de corriente.

El color del agua como un indicativo de la productividad, fue registrada con la escala de color Forel-Ule LaMotte 5907 (Fig. 17).



Fig. 17. Medición de agua con escala de Color Forel-Ule, 5907.

El sedimento fue obtenido por medio de un nucleador universal *WaterMark* de 6.8 cm x 7.1 cm x 120 cm (Fig. 18). Las muestras se recolectaron sin agua en bolsas de plástico debidamente etiquetadas y fueron transportadas al laboratorio de Ecología de peces de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, para determinar la textura utilizando el análisis granulométrico, desarrollado por Wentworth en 1922 y se definió la textura del sedimento mediante el triángulo de textura (Fig. 19) y para determinar el carbono orgánico total se siguió el método de oxidación con ácido crómica y ácido sulfúrico, desarrollado por Walkley y Back y

se caracterizó el sistema de acuerdo con la clasificación del contenido de carbono tomado de Muñoz-Iniesta *et al.* (2011) (Tabla 5).



Fig. 18. Nucleador universal Water Mark.

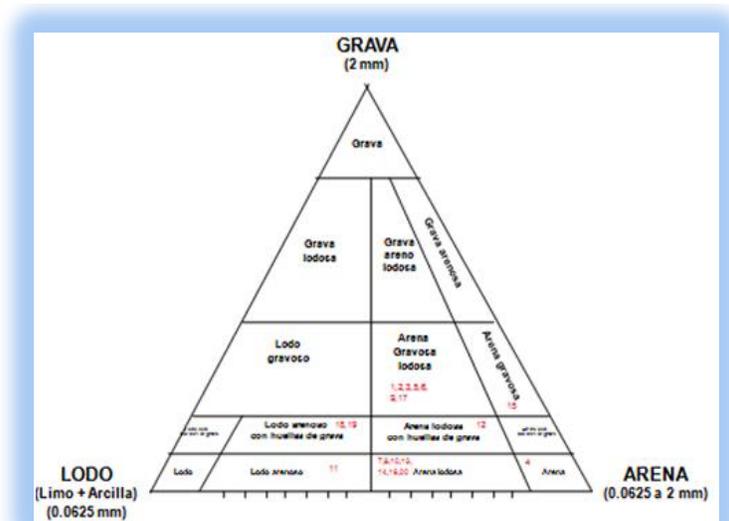


Fig. 19. Pirámide de textura tomado de Muñoz-Iniesta *et al.* (2011).

Tabla 5. Clasificación de acuerdo con el contenido de carbono tomado de Muñoz-Iniesta *et al.* (2011).

Categoría	Valor
Extremadamente pobre	<0.6
Pobre	0.6 a 1.2
Moderadamente pobre	1.3 a 1.8
Medio	1.9 a 2.4
Moderadamente rico	2.5 a 5.0
Rico	5.1 a 14.0
Extremadamente rico	>14.0

Para la colecta de larvas y juveniles, se utilizó una red Renfro de 70 cm x 140 cm y abertura de malla de 700 μ m (Fig. 20), los organismos adultos fueron capturados con un chinchorro de 30 m de longitud, 1.5 m de alto y abertura de malla de $\frac{1}{4}$ de pulgada (Fig. 21).



Fig. 20. Red Renfro para larvas y juveniles de ictiofauna.



Fig. 21. Chinchorro empleado para la colecta de organismos adultos de la ictiofauna.

Los especímenes se fijaron en formol al 10 % y fueron colocados en frascos de plástico debidamente etiquetados. En laboratorio fueron colocados en alcohol al 70 %. Todos los organismos colectados se determinaron hasta nivel especie siguiendo el criterio de Rodríguez-Varela *et al.* (En prensa) (Fig. 22).

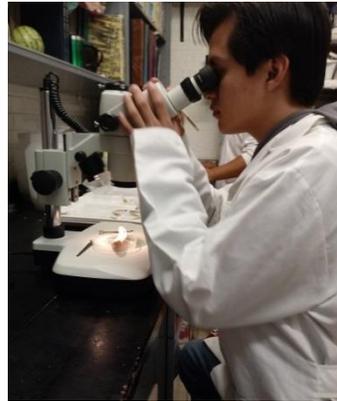


Fig. 22. Identificación de la ictiofauna colectada en el SLM, Veracruz.

El arreglo filogenético, se realizó con base en Moser *et al.* (1984), Espinosa-Pérez *et al.* (1993), Castro-Aguirre *et al.* (1999), Miller *et al.* (2005) y Nelson *et al.* (2016). La clasificación y el nombre científico y válido para las especies colectadas fue con base en WoRMS Editorial Board (2018), la ubicación ecótica y origen geográfico se basó en la propuesta de Castro-Aguirre *et al.* (1999) (Tabla 6 y 7) y la frecuencia de aparición de las especies se basó en Yáñez-Arancibia *et al.* (1980) (Tabla 7).

Tabla 6. Clasificación ecótica de acuerdo con Castro-Aguirre *et al.* (1999).

Clave	Clasificación ecótica	Descripción
1	Especie dulceacuícola	Su ciclo de vida es en áreas limnéticas y que por disminución en la salinidad tienen la posibilidad de invadir o incursionar a los ambientes estuarino-lagunares.
1A	Habitante temporal del conjunto estuarino-lagunar	Especies que normalmente se localizan en ambientes limnéticos, aunque durante alguna parte de su ciclo de vida se dirigen hacia las áreas estuarino lagunares, donde permanecen algún tiempo y desde este punto de vista, podrían considerarse eurihalinas.
1B	Habitante permanente del conjunto estuarino-lagunar	Especies que habitan de modo permanente las áreas estuarino-lagunares donde realizan todo su ciclo de vida.
2A	Especie eurihalina del componente marino	Especies con gran capacidad de halinotolerancia. Su incursión hacia ambientes estuarino-lagunares, puede no estar directamente relacionada con alguna actividad biológica como lo es la reproducción o alimentación. Dicha capacidad les facilita "explotar o utilizar" dos tipos de nichos: el nerítico y el estuarino. En ambos se encuentran en una posición ventajosa, ya que en los dos medios obtienen alimento y refugio en las etapas juveniles, además de que algunos inician ahí su etapa de maduración sexual. Sin embargo, tales procesos no requieren de penetración obligada hacia los ambientes estuarino-lagunares, es decir son facultativos.

Continuación de tabla 6

2B	Especie estenohalina del componente marino	Especies que se han registrado cuando las condiciones de salinidad se ubican entre 30 y 40 ups (promedio 35), o sea, en condiciones prácticamente euhalinas. La presencia de éstas dentro de los sistemas estuarino-lagunares es ocasional e incidental, no cíclica ni estacional y podría deberse simplemente a factores físicos como la amplitud de las mareas o disminución del aporte fluvial, lo cual ocasiona elevación de la salinidad. Es probable que incursiones a estos sistemas, por la relativa facilidad para obtener alimento, y tal vez, cierto tipo de protección en los estadios juveniles, sin embargo, la penetración es esporádica y no guarda ninguna relación con los ciclos de vida de las diversas especies.
----	--	---

Tabla 7. Clasificación de origen geográfico de acuerdo con Castro-Aguirre *et al.* (1999).

Origen geográfico	Descripción
1	Especie exclusiva del Pacífico oriental
2	Especie exclusiva del Atlántico occidental
3	Especie anfiamericana
4	Especie anfipacífica
5	Especie anfiatlántica
6	Especie cosmopolita
7	Especie ártico-boreal
8	Especie anfiamericana y anfiatlántica
9	Especie endémica del altiplano mexicano
10	Especie endémica del trópico mexicano

Tabla 8. Clasificación de frecuencia de aparición de acuerdo con Yáñez-Arancibia *et al.* (1980).

Tipo de especie	Características	Registro de frecuencia (%)
Especie residente	Se encuentran en la laguna todo el año y la abandonan por breves lapsos.	70 a 100
Especie cíclica o estacional	Usa a la laguna en patrones regulares durante el año y parecen depender en algún estadio de desarrollo del estuario.	31 a 69
Especie visitante ocasional	No presentan un patrón regular de ocurrencia y uso de la laguna.	1 a 30

Posteriormente fueron contados, sexados y pesados con una balanza digital *Acculab* modelo VI-1 mg con capacidad de 120 g y precisión de 0.001 g (Fig. 23) y medidos en su longitud estándar con un vernier digital de fibra de carbón marca *Traceable* de 15 nm con una precisión de ± 0.2 mm (Fig. 24).



Fig. 23. Balanza digital
Acculab, VI-1 mg.



Fig. 24. Vernier digital de fibra de carbón marca
Traceable.

Análisis de Datos

Para los parámetros fisicoquímicos que se muestrearon en superficie y fondo, se aplicó una prueba de F para determinar la homogeneidad de los datos. Posteriormente se realizó la prueba de t-Student para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas (Zar, 1999). Con el uso del programa SURFER 8 (Fig. 25), se realizaron mapas para analizar el comportamiento de las variables fisicoquímicas en el sistema.

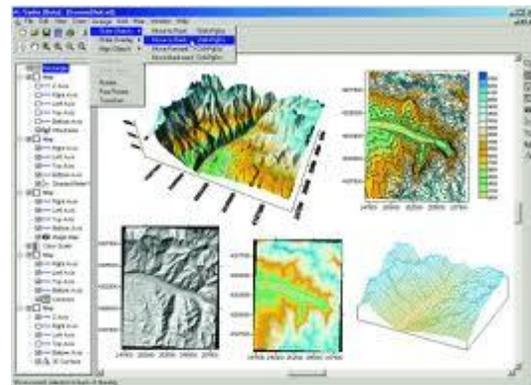


Fig. 25. Programa SURFER 8.

Para obtener los parámetros ecológicos se utilizaron los siguientes índices, de acuerdo con Brower *et al.* (1998) y Krebs (2014), utilizando el programa PRIMER v.6 (Clarke y Warwick, 2001):

1. Riqueza específica.

$$S$$

Dónde:

⇒ **S**= Número de especies colectadas en la estación “i”.

2. Densidad absoluta.

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

Dónde:

⇒ **D_i**= Densidad.

⇒ **n_i**= Densidad de la especie “i”.

⇒ **A**= Área o volumen total muestreado o filtrado.

3. Densidad relativa.

$$RD_i = \frac{D_i}{\sum D} (100)$$

Dónde:

⇒ **RD_i**= Densidad relativa de la especie “i”.

⇒ **D_i**= Densidad de la especie “i”.

⇒ **∑D**= Suma de las densidades de todas las especies.

4. Frecuencia.

$$f_i = \frac{J_i}{k}$$

Dónde:

⇒ **f_i**= Frecuencia de la especie “i”.

⇒ **J_i**= Número de muestreos en los cuales la especie “i” se presenta.

⇒ **k** = Número total de muestreos realizados o muestreados.



5. Frecuencia relativa.

$$Rf_i = \frac{f_i}{\sum f_i} (100)$$

Dónde:

- ⇒ Rf_i = Frecuencia relativa de la especie "i".
- ⇒ f_i = Frecuencia de una especie dada.
- ⇒ $\sum f_i$ = Suma de las frecuencias de todas las especies.

6. Dominancia.

$$C_i = \frac{a_i}{A}$$

Dónde:

- ⇒ C_i = Dominancia de la especie "i".
- ⇒ a_i = Área basal, área foliar, cobertura o biomasa total cubierta por la especie "i".
- ⇒ A = Área total muestreada o volumen total filtrado.

7. Dominancia relativa.

$$RC_i = \frac{C_i}{\sum C} (100)$$

Dónde:

- ⇒ RC_i = Dominancia relativa de la especie "i".
- ⇒ C_i = Dominancia de la especie "i".
- ⇒ $\sum C$ = Suma de las dominancias de todas las especies.

8. Valor de Importancia.

$$VI_i = RD_i + Rf_i + RC_i$$





Dónde:

- VI_i = Valor de importancia de la especie "i".
- RD_i = Densidad relativa de la especie "i".
- Rf_i = Frecuencia relativa de la especie "i".
- RC_i = Dominancia relativa de la especie "i".

9. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') nits.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\ln p_i)$$

$$p_i = \frac{ni}{N}$$

Dónde:

- p_i = Fracción decimal de individuos pertenecientes a la especie i.
- s = Número de especies.
- N = Densidad de todas las especies.
- ni = Densidad de la especie "i".

9. Índice de equitatividad de Pielou.

$$j' = \frac{H'}{H_{max}}$$

Dónde:

- H' = Valor Diversidad de Shannon-Wiener.
- $H_{max} = \ln S$.
- S = Riqueza específica.



RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Profundidad

Se registró un promedio de 1.51 m con un mínimo de 0.60 m y un máximo de 3.90 m. Las zonas de menor profundidad con un promedio de 1.12 m se observan al este y oeste de Mandinga y al norte de La Redonda, mientras que las zonas de mayor profundidad con un promedio de 3.23 m se indican al noreste de la Larga (Fig. 26).

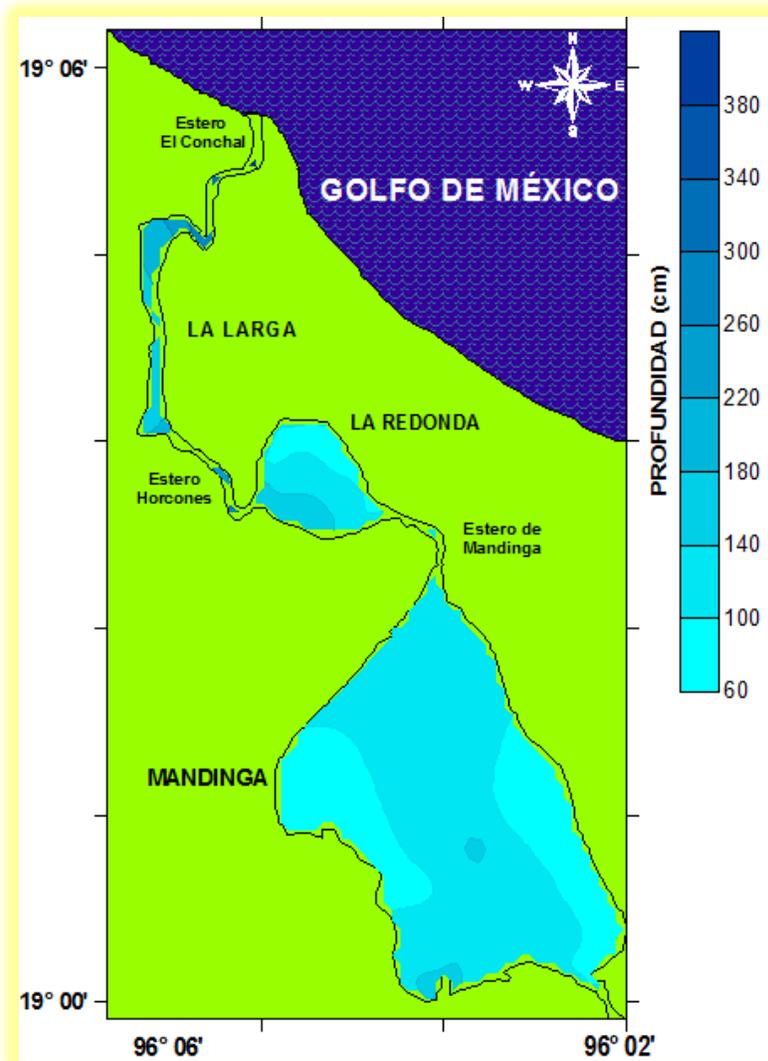


Fig. 26. Profundidad (cm) del SLM.

Transparencia

Se registró un promedio de 79.33 cm con un mínimo de 22.00 cm y un máximo de 148.00 cm. Las zonas de menor transparencia con un promedio de 49.40 cm se observan al noroeste y suroeste de Mandinga, mientras que las zonas de mayor transparencia con un promedio de 130 cm se observan al noreste de La Larga y al sureste de Mandinga (Fig. 27).

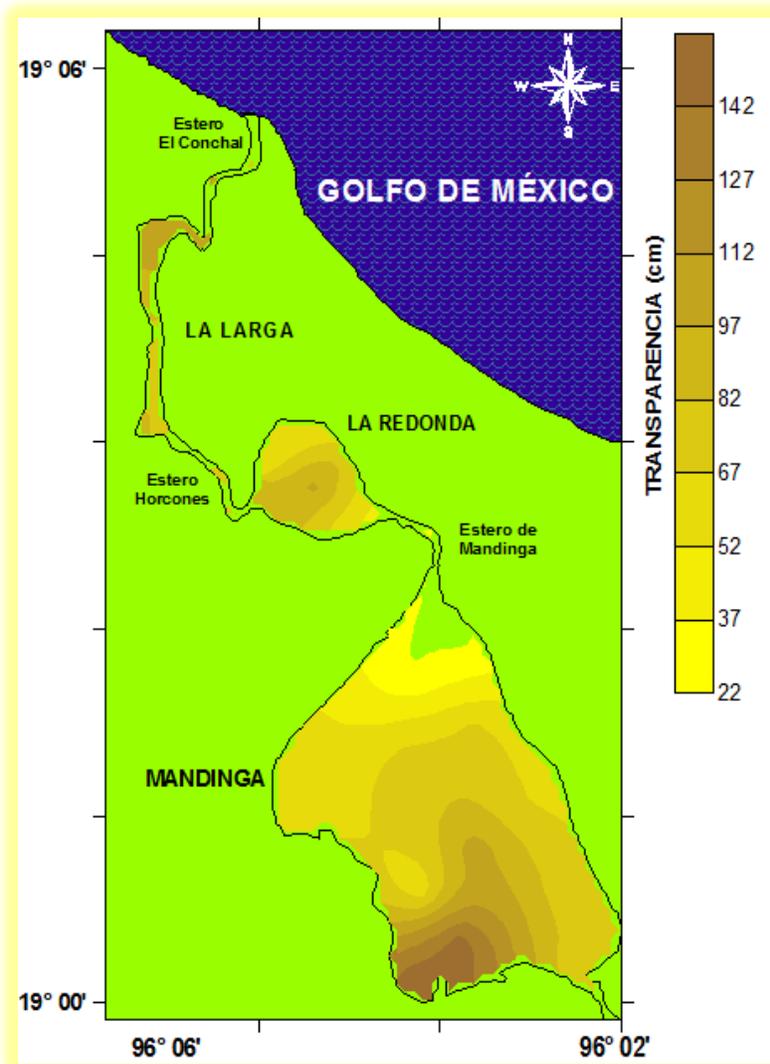


Fig. 27. Transparencia (cm) del SLM.

Temperatura

Se registró un promedio de 27.75 °C con un mínimo de 26.15 °C y un máximo de 29.45 °C. Las zonas de menor temperatura del agua con promedio de 26.78 °C se observan al norte y sur de La Larga y sureste de Mandinga, mientras que las zonas de mayor temperatura con promedio de 28.79 °C se observan al noreste, noroeste y este de La redonda y suroeste de Mandinga (Fig. 28). Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de superficie y fondo ($p=0.61$).

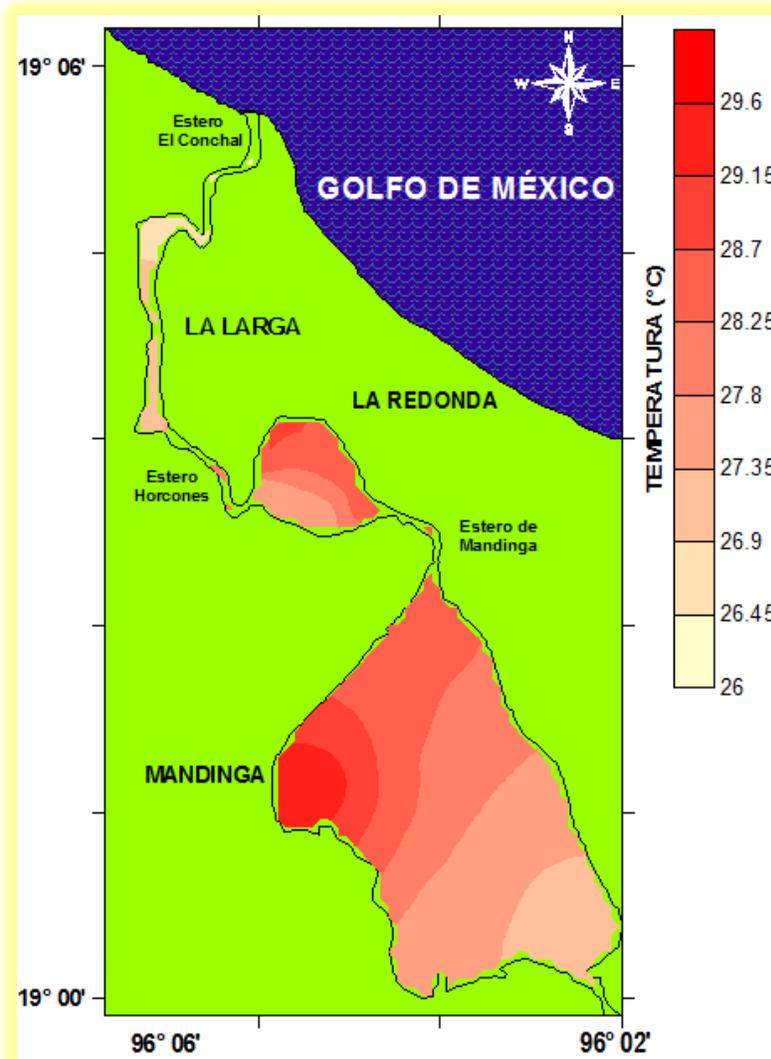


Fig. 28. Temperatura (°C) del SLM.

Oxígeno disuelto

Se registró un promedio de 7.92 mg/L con un mínimo de 6.44 mg/L y un máximo de 9.09 mg/L por lo que se considera hiperóxico el sistema. Las zonas de menor oxígeno disuelto con promedio de 6.82 mg/L se observan al norte y sur de La Larga, mientras que las zonas de mayor concentración de oxígeno disuelto con promedio de 8.62 mg/L se observan al norte de La Redonda y este y oeste de Mandinga (Fig. 29). Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de superficie y fondo ($p=0.33$).

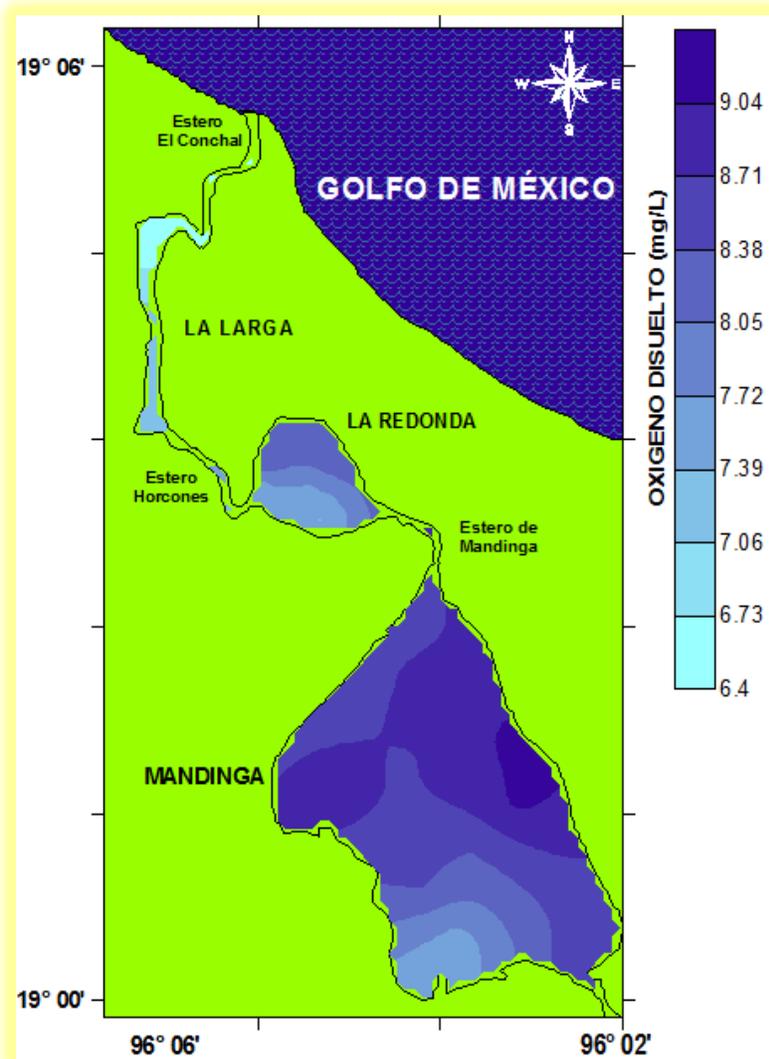


Fig. 29. Oxígeno disuelto (mg/L) del SLM.

Salinidad

El promedio general fue de 28.54 ups con un mínimo de 26.25 ups y un máximo de 32.85 ups por lo que se considera polihalino el sistema. Las zonas de menor salinidad con promedio de 27.44 ups se observan en todo Mandinga, mientras que las zonas de mayor salinidad con promedio de 32.3 se observan al norte y noreste de La Larga ups (Fig. 30). Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de superficie y fondo ($p \leq 0.83$).

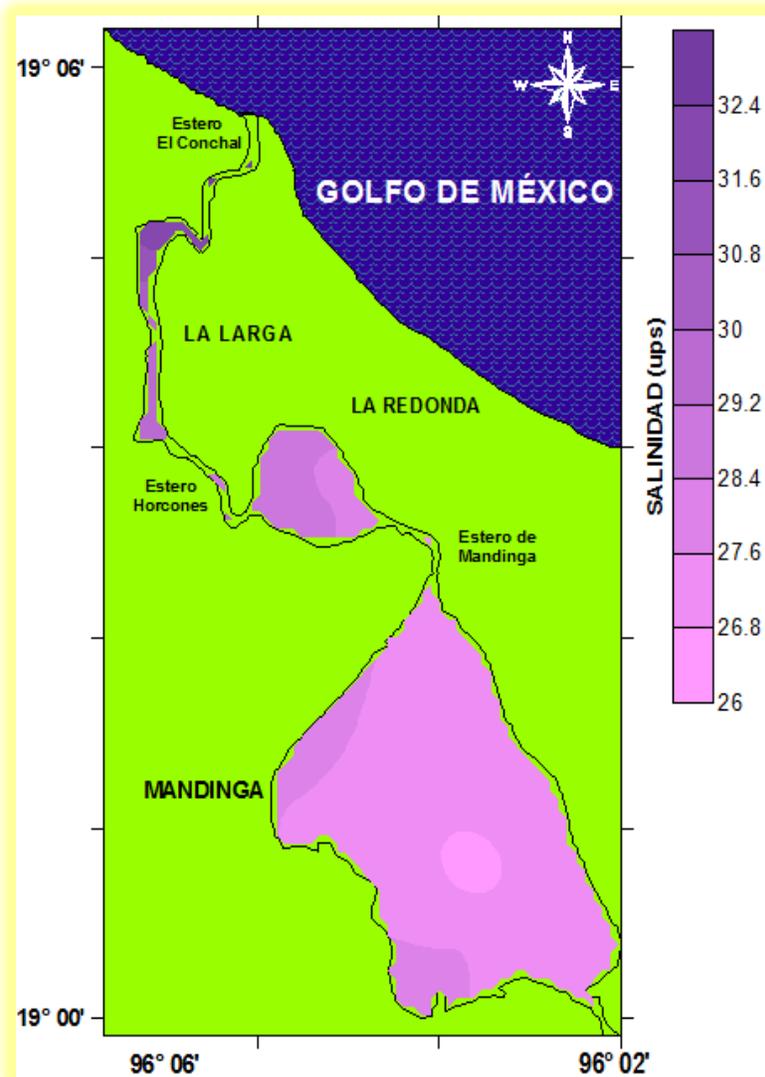


Fig. 30. Salinidad (ups) del SLM.

Conductividad

Se registró un promedio de 44.38 mS/cm con un mínimo de 39.20 mS/cm y un máximo de 50.25 mS/cm. Las zonas de menor conductividad con promedio de 41.81 mS/cm se observan al noreste y noroeste de Mandinga y al noreste de La Redonda, mientras que las zonas de mayor conductividad con promedio de 49.45 mS/cm se observan al norte de La Larga (Fig. 31). Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de superficie y fondo ($p= 0.32$).

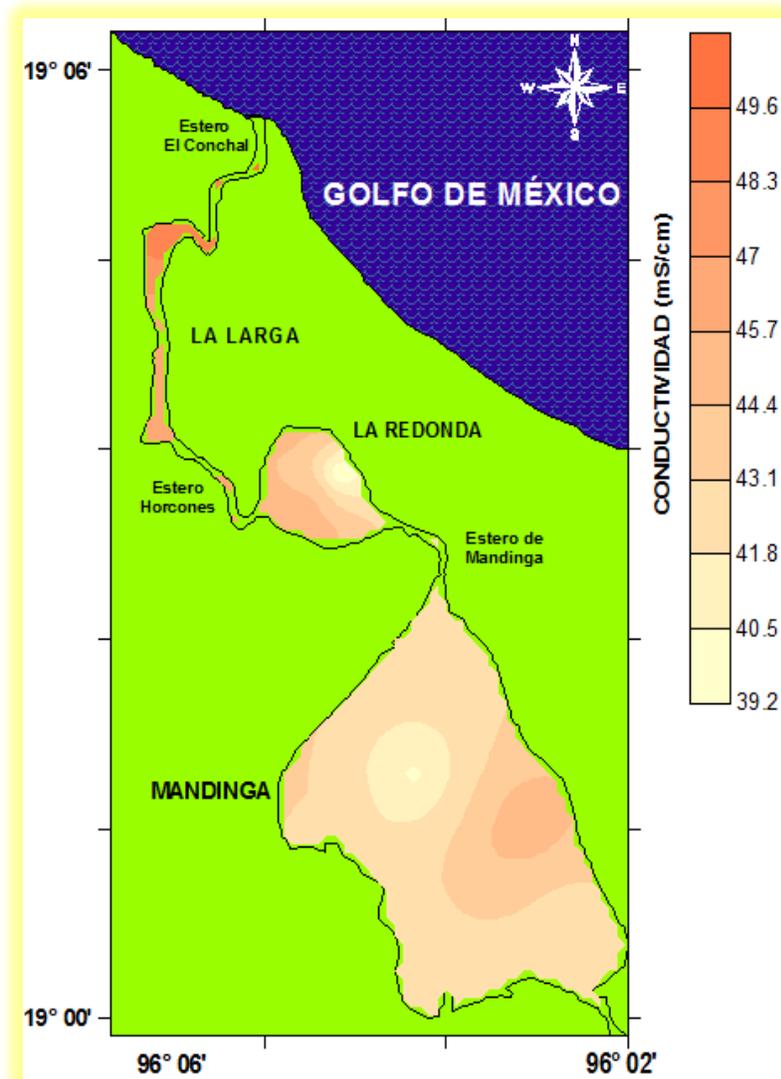


Fig. 31. Conductividad (mS/cm) del SLM.

pH

El promedio general fue de 7.93 con un mínimo de 7.50 y un máximo de 8.10. Las zonas de menor pH con promedio de 7.70 se observan al norte de La Larga y al noroeste y sur de La Redonda, mientras que las zonas de mayor pH con promedio de 8.03 se observan al este y suroeste de Mandinga (Fig. 32). Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los valores de superficie y fondo ($p=0.42$).

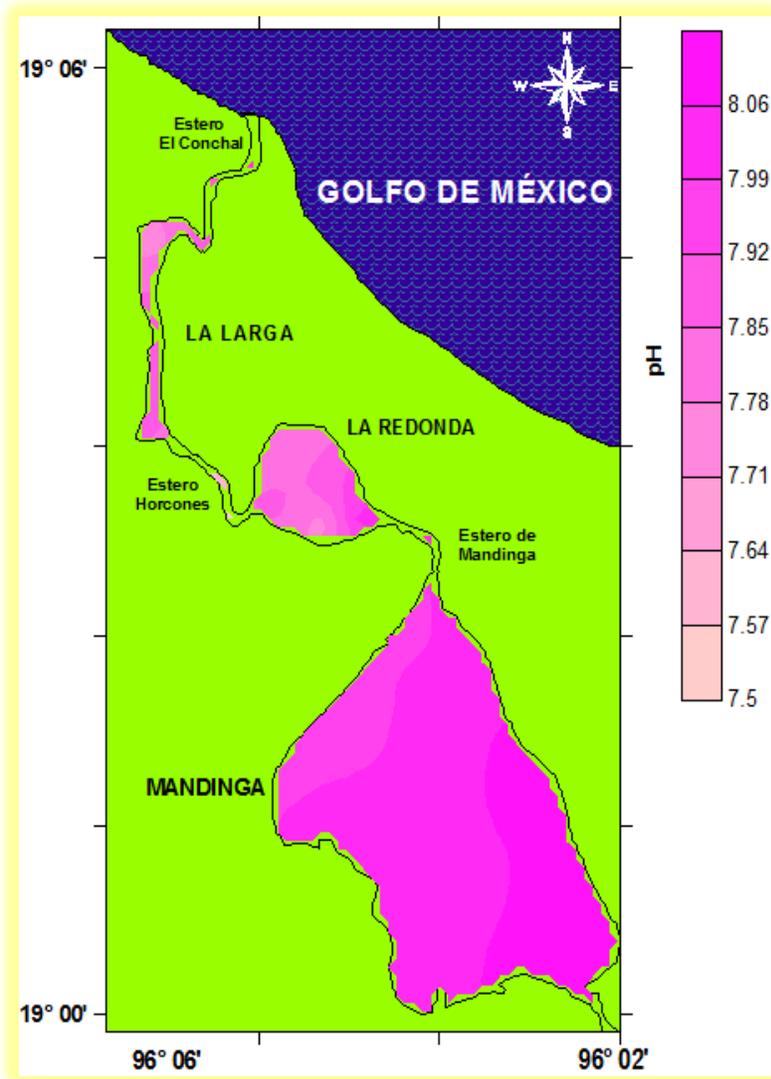


Fig. 32. pH del SLM.

Textura de sedimentos

Durante la temporada, el sistema estuvo mejor representada por el tipo arena-gravosa-lodosa 45.00 %) y por arena-lodosa con huellas (30.00 %). La laguna de Mandinga, en general, presentó texturas areno-gravosas-lodosa, la parte este presentó textura del tipo lodo con huellas de grava y la parte noreste presentó grava-areno-lodosa. En la laguna La Redonda, se registraron tres tipos de texturas representadas por las estaciones 10-15 (Arena lodosa, arena gravosa lodosa y arena lodosa con huellas de grava). El estero Horcones y en la laguna La larga se registró la textura del tipo arena lodosa y finalmente en la desembocadura del sistema presentó arena gravosa lodosa (Fig. 33).

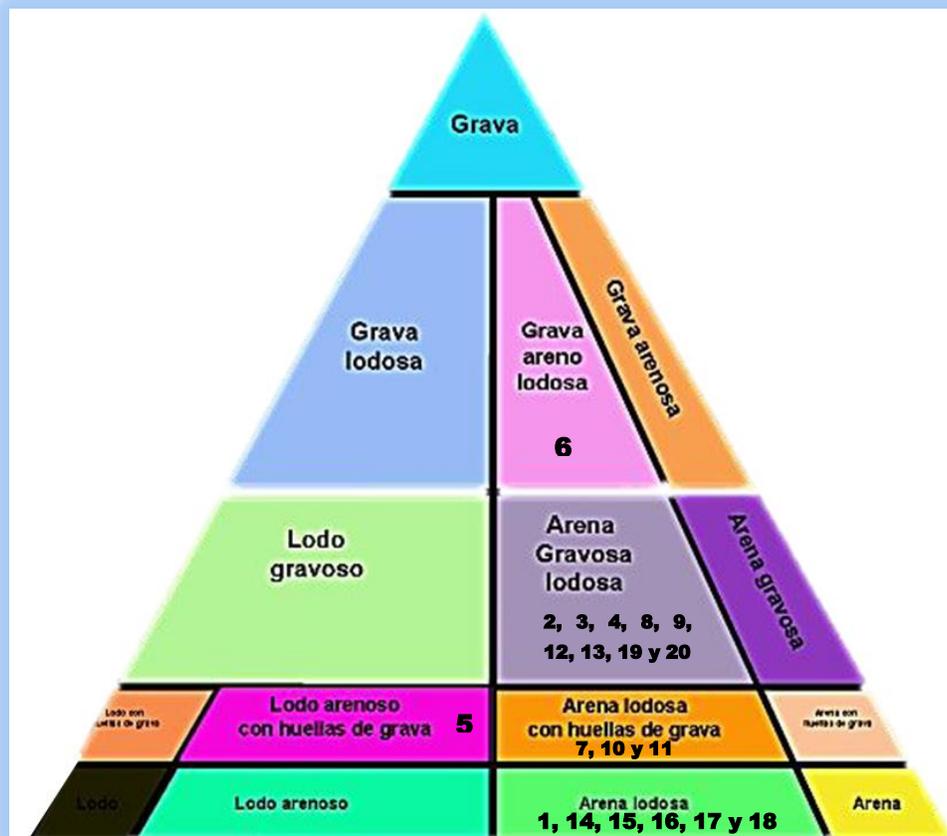


Fig. 33. Textura de los sedimentos en las estaciones muestreadas.

Gravas

Se registró un promedio de 8.08 % con un mínimo de 0.04 % y un máximo de 39.65 %. Las zonas con menor porcentaje con promedio de 4.97 %, se observan al sureste, suroeste de Mandinga, al sur y suroeste de La Redonda y al sur de La Larga, mientras que la zona con mayor porcentaje con promedio de 39.65 % se observa al noreste de Mandinga. Las zonas donde no hubo registro se observan al sureste de Mandinga, al noroeste de La Redonda y al norte de La Larga (Fig. 34).

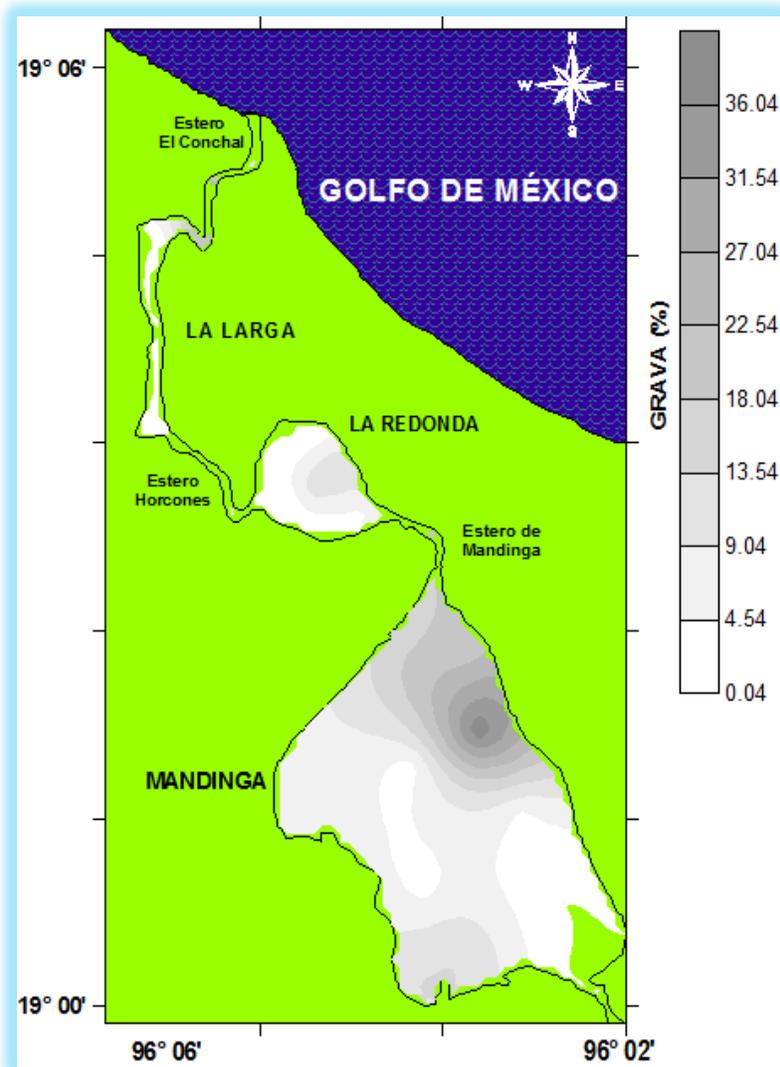


Fig. 34. Sedimentos-Grava (%) en el SLM.

Arenas

Se registró un promedio de 65.21 % con un mínimo de 45.78 % y un máximo de 85.81 %. Las zonas con menor cantidad con promedio de 52.71 % se observan al noroeste y este de Mandinga, al centro de La Redonda y norte de La Larga, mientras que las zonas de mayor cantidad con promedio de 84.17 % se observan al norte y sur de La Larga y al este de La Redonda (Fig. 35).

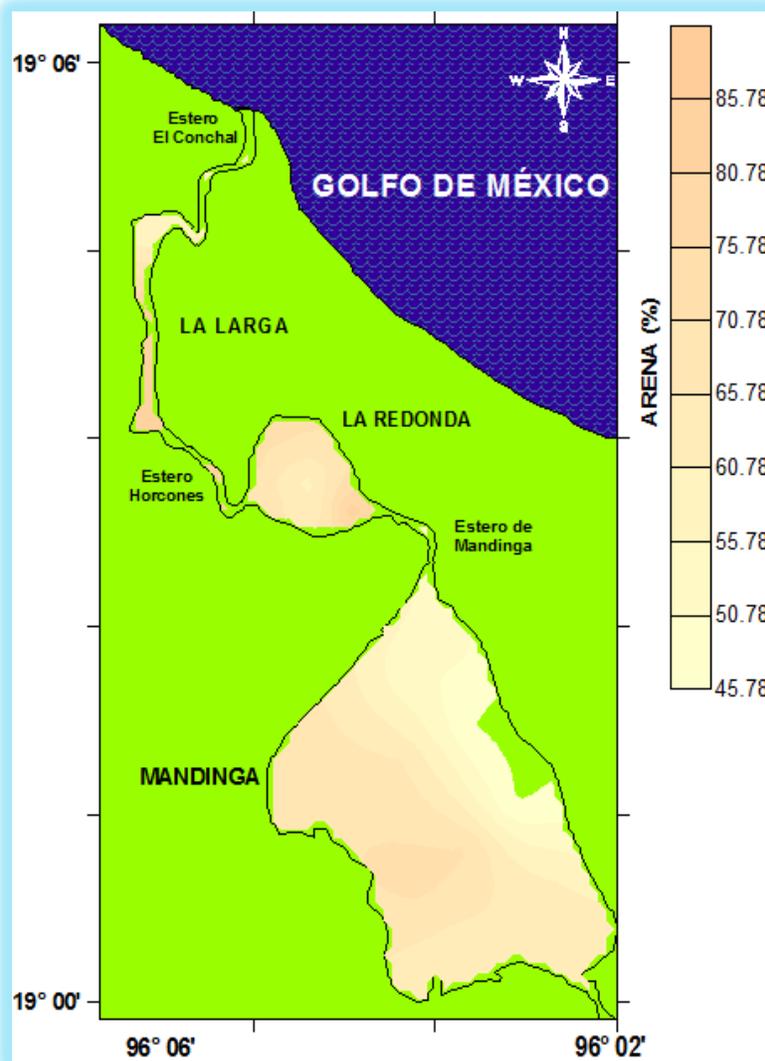


Fig. 35. Sedimentos-Arena (%) en el SLM.

Lodos

Se registró un promedio de 26.25 % con un mínimo de 12.1 % y un máximo de 49.58 %. Las zonas de menor cantidad con promedio de 18.30 % se observan al noreste y suroeste de Mandinga y este de La Redonda, mientras que las zonas de mayor cantidad con promedio de 46.73 % se observan al norte de La Larga y sureste de Mandinga (Fig. 36).

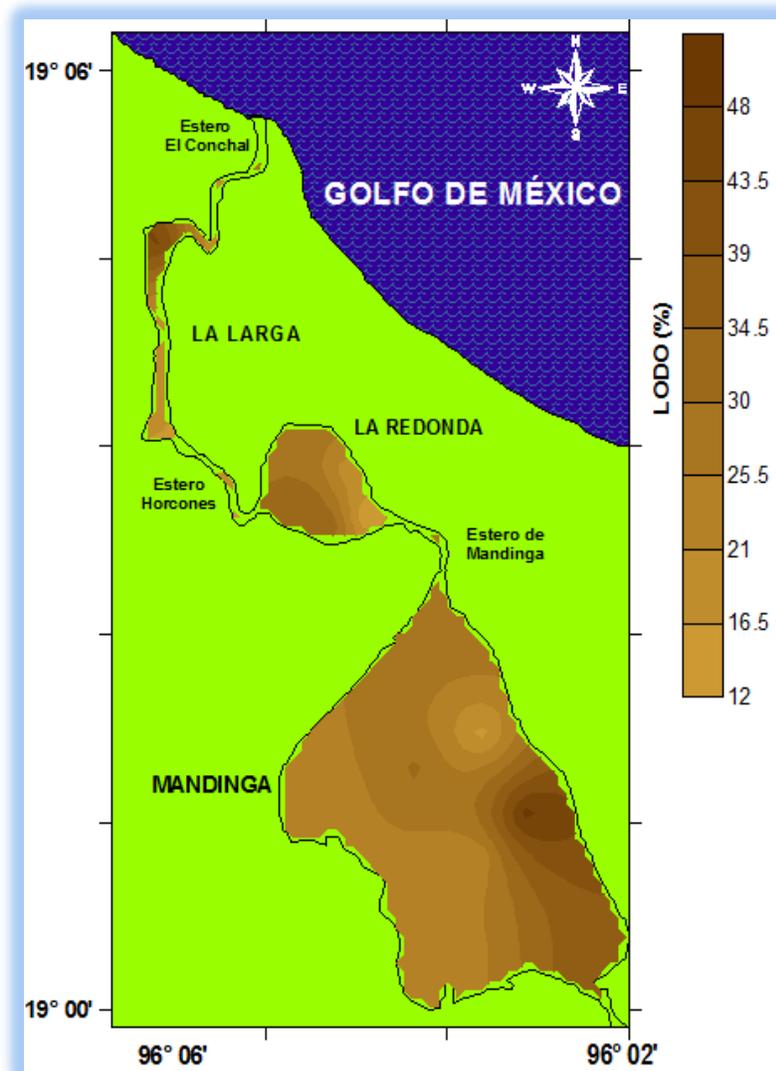


Fig. 36. Sedimentos-Lodos (%) en el SLM.

Carbono orgánico total (CO)

Se registró un promedio de 1.23 % con un mínimo de 0.38 % y un máximo de 3.12 %. Las zonas de menor CO con promedio de 0.79 % se observan al noreste y noroeste de Mandinga y al suroeste de La Redonda, mientras que las zonas de mayor CO con promedio de 2.59 % se observan al sur de La Larga y al este de La Redonda (Fig. 37).

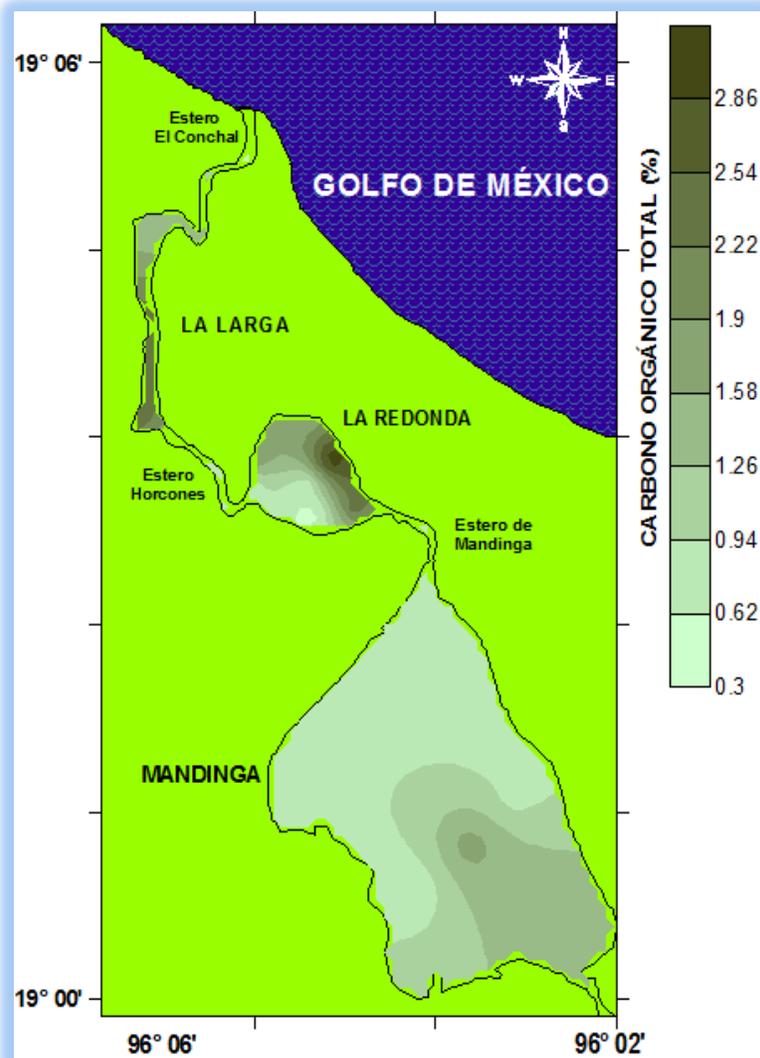


Fig. 37. Carbono orgánico total (%) en el SLM.



LISTADO FILOGENÉTICO

Se colectaron un total de 3,442 organismos pertenecientes a 17 familias, 34 géneros y 41 especies, que se presentan a continuación.

Reino: Animalia

Phylum: Chordata Haeckel, 1874

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

División: Teleostei

Subdivisión: Clupeomorpha

Orden: Clupeiformes

Suborden: Clupeoidei

Familia: Engraulidae Gill, 1861

Género: *Anchoa* Jordan & Evermann, 1927

Especie: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848)

Subdivisión: Euteleostei

Superorden: Paracacanthopterygii

Orden: Batrachoidiformes

Familia: Batrachoididae Jordan, 1896

Género: *Opsanus* Rafinesque, 1818

Especie: *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880)

Orden: Atheriniformes

Suborden: Atherinoidei

Familia: Atherinopsidae Fitzinger, 1873

Subfamilia: Menidiinae Schultz, 1948

Género: *Menidia* Bonaparte, 1836

Especie: *Menidia beryllina* (Cope, 1867)

Orden: Beloniformes

Suborden: Belonoidei

Superfamilia: Scomberesocoidae

Familia: Belonidae Bonaparte, 1835

Género: *Strongylura* van Hasselt, 1824





Especie: *Strongylura marina* (Walbaum, 1792)

Especie: *Strongylura notata* (Poey, 1860)

Familia: Hemiramphidae Gill, 1859

Género: *Hemiramphus* Cuvier, 1816

Especie: *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)

Género: *Hyporhamphus* Gill, 1859

Especie: *Hyporhamphus roberti* (Valenciennes, 1847)

Orden: Cyprinodontiformes

Suborden: Cyprinodontoidei

Familia: Poeciliidae Bonaparte, 1831

Subfamilia: Poeciliinae Bonaparte, 1831

Género: *Poecilia* Bloch & Schneider, 1801

Especie: *Poecilia mexicana* Steindachner, 1863

Especie: *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846

Orden: Syngnathiformes

Suborden: Sygnathoidei

Infraorden: Syngatha

Superfamilia: Syngnathoidea

Familia: Syngnathidae Bonaparte, 1831

Subfamilia: Syngnathinae Bonaparte, 1831

Género: *Syngnathus* Linnaeus, 1758

Especie: *Syngnathus louisianae* Günther, 1870

Especie: *Syngnathus scovelli* (Evermann & Kendall, 1896)

Género: *Microphis* Kaup, 1853

Especie: *Microphis brachyurus* (Bleeker, 1854)

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Superfamilia: Percoidea

Familia: Centropomidae Poey, 1867

Género: *Centropomus* Lacepède, 1802

Especie: *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)

Especie: *Centropomus pectinatus* Poey, 1860

Especie: *Centropomus parallelus* Poey, 1860

Familia: Carangidae Rafinesque, 1815





Género: *Oligoplites* Gill, 1863
Especie: *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801)
Género: *Selene* Lacepède, 1802
Especie: *Selene setapinnis* (Mitchill, 1815)

Familia: Gerreidae Bleeker, 1859
Género: *Ulaema* Jordan & Evermann, 1895
Especie: *Ulaema lefroyi* (Goode, 1874)
Género: *Eucinostomus* Baird & Girard, 1855
Especie: *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863)
Género: *Diapterus* Ranzani, 1842
Especie: *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)
Especie: *Diapterus auratus* Ranzani, 1842
Género: *Eugerres* Jordan & Evermann, 1927
Especie: *Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830)

Familia: Sparidae Rafinesque, 1818
Género: *Archosargus* Gill, 1865
Especie: *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792)
Género: *Lagodon* Holbrook, 1855
Especie: *Lagodon rhomboides* (Linnaeus, 1766)

Familia: Sciaenidae Cuvier, 1829
Género: *Bairdiella* Gill, 1861
Especie: *Bairdiella chrysoura* (Lacepède, 1802)

Suborden: Labroidei

Familia: Cichlidae Bonaparte, 1835
Subfamilia: Cichlinae Bonaparte, 1835
Género: *Mayaheros* Řičan & Piálek, 2016
Especie: *Mayaheros urophthalma* (Günther, 1862)
Género: *Petenia* Günther, 1862
Especie: *Petenia splendida* Günther, 1862
Género: *Vieja* Fernández-Yépez, 1969
Especie: *Vieja synspila* (Hubbs, 1935)

Familia: Blenniidae Rafinesque, 1810
Subfamilia: Salariae Gill, 1859
Género: *Hypsoblennius* Gill, 1861





Especie: *Hypsoblennius ionthas* (Jordan & Gilbert, 1882)

Suborden: Gobioidi

Familia: Eleotridae Bonaparte, 1835

Subfamilia: Eleotrinae Bonaparte, 1835

Género: *Gobiomorus* Lacepède, 1800

Especie: *Gobiomorus dormitor* Lacepède, 1800

Género: *Dormitator* Gill, 1861

Especie: *Dormitator maculatus* (Bloch, 1792)

Género: *Eleotris* Bloch & Schneider, 1801

Especie: *Eleotris pisonis* (Gmelin, 1789)

Género: *Erotelis* Poey, 1860

Especie: *Erotelis smaragdus* (Valenciennes, 1837)

Familia: Gobiidae Cuvier, 1816

Género: *Bathygobius* Bleeker, 1878

Especie: *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837)

Género: *Evorthodus* Gill, 1859

Especie: *Evorthodus lyricus* (Girard, 1858)

Género: *Gobioides* Lacepède, 1800

Especie: *Gobioides broussonnetii* Lacepède, 1800

Género: *Gobiosoma* Girard, 1858

Especie: *Gobiosoma bosc* (Lacepède, 1800)

Género: *Gobionellus* Girard, 1858

Especie: *Gobionellus hastatus* Girard, 1859

Género: *Ctenogobius* Gill, 1858

Especie: *Ctenogobius boleosoma* (Jordan & Gilbert, 1882)

Orden: Pleuronectiformes

Familia: Paralichthyidae Regan, 1910

Género: *Citharichthys* Bleeker, 1862

Especie: *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y ÁREA GEOGRÁFICA

De las 41 especies colectadas en el SLM, el 71 % (29 especies) fueron eurihalinas del componente marino, seguidas por habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y dulceacuícolas secundarios con 12 % cada uno (cinco especies) y finalmente el 5 % (dos especies) fueron estenohalinas del componente



marino (Fig. 38). Con respecto al área geográfica, el 90 % (37 especies) son exclusivas del Atlántico occidental, seguida de la especie Anfiatlántica con 7 % (tres especies) y por último la especie Anfiamericana con 3 % (una especie) (Fig. 39) (Tabla 9).

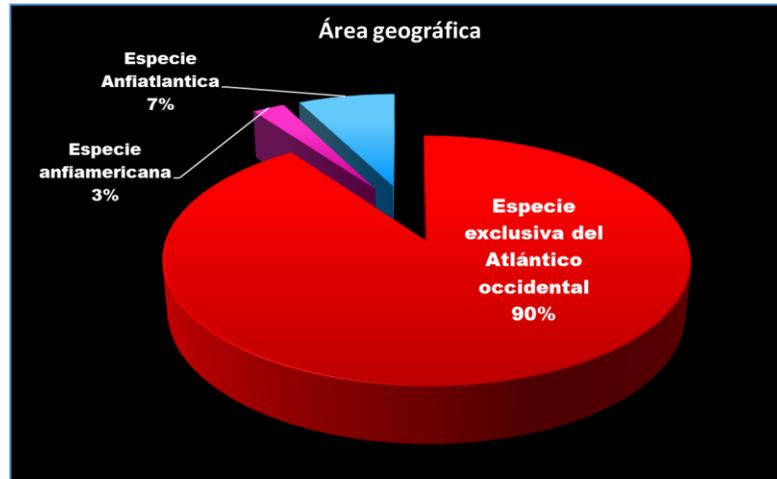


Fig. 38. Porcentaje de especies clasificadas dentro de la caracterización ecológica.

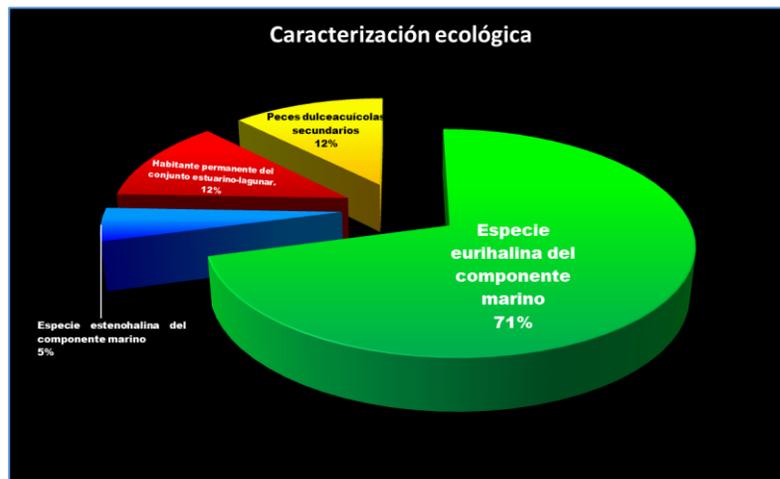


Fig. 39. Porcentaje de especies clasificadas dentro del área geográfica.

Tabla 9. Caracterización ecológica y área geográfica de las especies colectadas.

Nota 1: Caracterización ecológica: 2A: Eurihalina marina, 2B: Estenohalina marina, 1B: Permanente estuarino-Lagunar y DS: Dulceacuicola secundario.

Área geográfica: 2: Especie exclusiva del Atlántico occidental, 3: Especie anfiamericana, 5: Especie Anfiatlántica.

Familia	Especie	Caracterización ecológica	Área Geog.
Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i>	2A	2
Engraulidae	<i>Anchoa mitchilli</i>	2A	2

Continuación de tabla 9

Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>	2A	2
Atherinopsidae	<i>Menidia beryllina</i>	2A	2
Belonidae	<i>Strongylura marina</i>	2A	2
Belonidae	<i>Strongylura notata</i>	2A	2
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	2B	5
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti</i>	2A	2
Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>	DS	2
Poeciliidae	<i>Poecilia sphenops</i>	DS	2
Syngnathidae	<i>Syngnathus louisianae</i>	2A	2
Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i>	2A	2
Syngnathidae	<i>Microphis brachyurus</i>	2A	5
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	2A	2
Centropomidae	<i>Centropomus pectinatus</i>	2A	2
Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	2A	2
Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	2A	3
Carangidae	<i>Selene setapinnis</i>	2A	2
Gerreidae	<i>Ulaema lefroyi</i>	2A	2
Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	2A	5
Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	2A	2
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i>	2A	2
Gerreidae	<i>Eugerres plumieri</i>	2A	2
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	2A	2
Sparidae	<i>Lagodon rhomboides</i>	2A	2
Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i>	2A	2
Cichlidae	<i>Mayaheros urophthalmus</i>	DS	2
Cichlidae	<i>Petenia splendida</i>	DS	2
Cichlidae	<i>Vieja synspila</i>	DS	2
Blenniidae	<i>Hypsoblennius ionthas</i>	2B	2
Eleotridae	<i>Gobiomorus dormitor</i>	1B	2
Eleotridae	<i>Dormitator maculatus</i>	1B	2
Eleotridae	<i>Eleotris pisonis</i>	1B	2
Eleotridae	<i>Erotelis smaragdus</i>	1B	2
Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i>	2A	2
Gobiidae	<i>Evorthodus lyricus</i>	1B	2
Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i>	2A	2
Gobiidae	<i>Gobiosoma bosc</i>	2A	2
Gobiidae	<i>Gobionellus hastatus</i>	2A	2
Gobiidae	<i>Ctenogobius boleosoma</i>	2A	2
Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>	2A	2



DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD Y BIOMASA POR ESPECIE

Anchoa hepsetus (Linnaeus, 1758)

Se colectó en tres estaciones del sistema, (Fig. 40 y 41), a una profundidad promedio de 96.67 cm con un intervalo de 90.00 cm a 100.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.30 °C con un intervalo de 27.80 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.19 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 8.40 mg/L; salinidad promedio de 28 ups con un intervalo de 27.45 ups a 28.70 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 2.27 % desde 3.20 % a 3.60 %; arenas promedio de 75.94 % desde 71.70 % a 84.23 %; lodos con un promedio de 28.76 % desde 21.80 % a 36.76 % y carbono orgánico total promedio de 1.54 % desde 0.61 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.089 ind/100 m² con un mínimo de 0.246 ind/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 0.370 ind/100 m² al suroeste de Mandinga y al norte de La Redonda (Fig. 42). La biomasa promedio fue de 0.07 g/100 m² con un mínimo de 0.11 g/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 0.55 g/100 m² al norte de la misma laguna (Fig. 43).



Fig. 40. *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758).



Fig. 41. Estaciones donde la especie fue colectada.

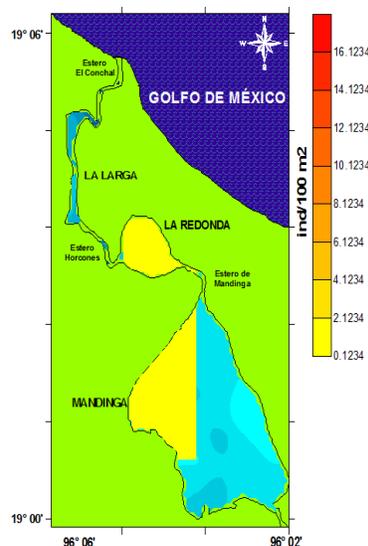


Fig. 42. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

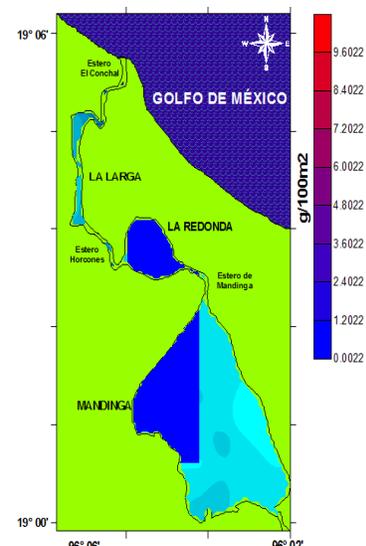


Fig. 43. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Anchoa mitchilli (Valenciennes, 1848)

Se colectó en diez estaciones (Fig. 44 y 45), a una profundidad promedio de 103.00 cm con un intervalo de 60.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.05 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.37 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.75 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 9.49 % desde 2.80 % a 39.65 %; arenas promedio de 63.07 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 32.45 % desde 21.80 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.11 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 20.98 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 131.23 ind/100 m² al este de Mandinga (Fig. 46). La biomasa promedio fue de 18.68 g/100 m² con un mínimo de 0.13 g/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 109.05 g/100 m² al este de Mandinga (Fig. 47).

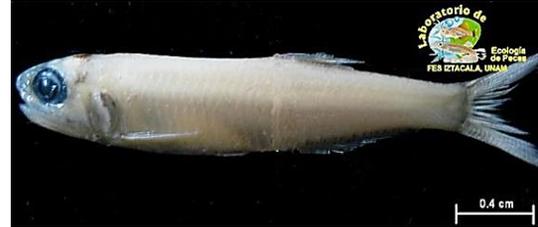


Fig. 44. *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848).



Fig. 45. Estaciones donde la especie fue colectada.

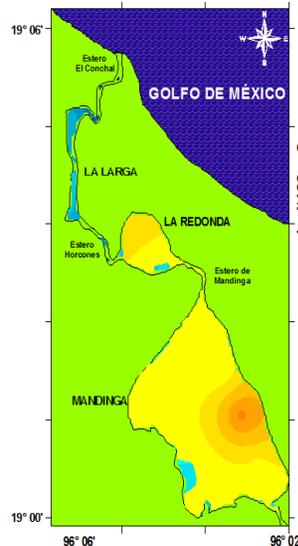


Fig. 46. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

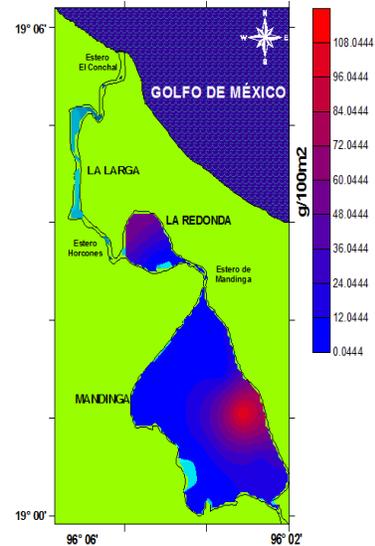


Fig. 47. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Opsanus beta (Goode & Bean, 1880)

Se colectó en cinco estaciones (Fig. 48 y 49), a una profundidad promedio de 98.00 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.94 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.64 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.47 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.85 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 13.31 % desde 3.20 % a 39.65 %; arenas promedio de 58.14 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 33.60 % desde 27.73 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.24 % desde 0.77 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.30 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al noreste y norte de Mandinga y al sureste de La Redonda y un máximo de 1.66 ind/100 m² al sureste de Mandinga (Fig. 50). La biomasa promedio fue de 5.02 g/100 m² con un mínimo de 0.65 g/100 m² y un máximo de 35.13 g/100 m². (Fig. 51).



Fig. 48. *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880).



Fig. 49. Estaciones donde la especie fue colectada.

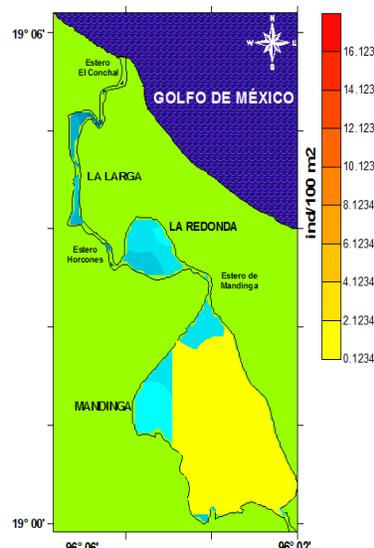


Fig. 50. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

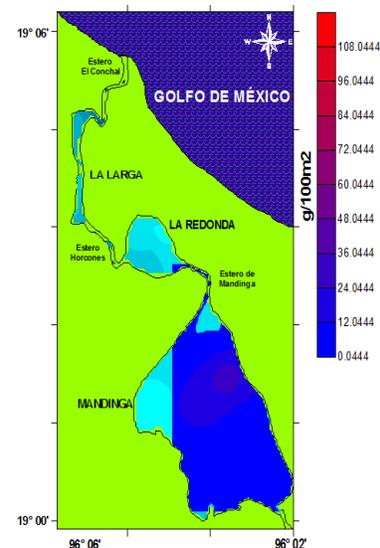


Fig. 51. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Menidia beryllina (Cope, 1867)

Se colectó en dos estaciones del sistema (Fig. 52 y 53), a una profundidad promedio de 105.00 cm con un intervalo de 100.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.78 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.30 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.62 mg/L con un intervalo de 8.49 mg/L a 9.00 mg/L; salinidad promedio de 27.30 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.40 ups. Las características del fondo fueron gravas con 19.65 %; arenas promedio de 57.31 % desde 52.06 % a 62.55 %; lodos promedio de 38.78 % desde 27.97 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.12 % desde 0.78 % a 1.46 %. Se calculó una densidad promedio de 0.14 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 1.48 ind/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 54). La biomasa promedio fue de 0.74 g/100 m² con un mínimo de 0.38 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 7.83 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 55).



Fig. 52. *Menidia beryllina* (Cope, 1867).



Fig. 53. Estaciones donde la especie fue colectada.

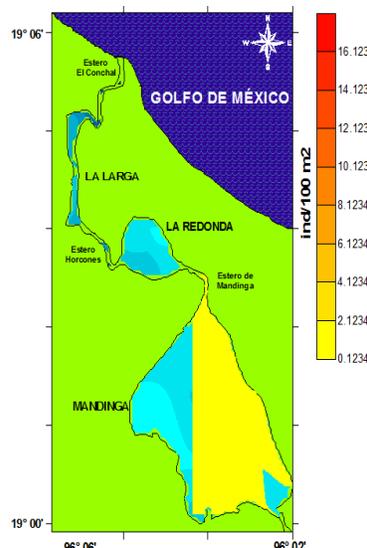


Fig. 54. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

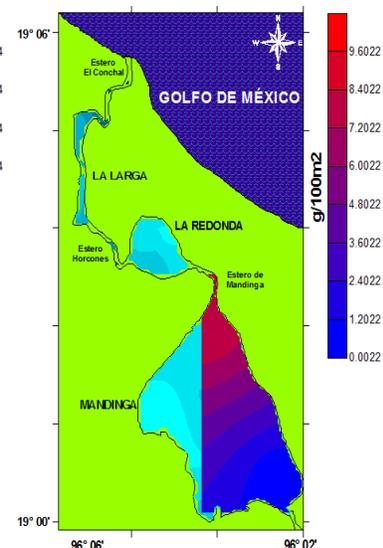


Fig. 55. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Strongylura marina (Walbaum, 1792)

Se colectó en dos estaciones (Fig. 56 y 57), a una profundidad promedio de 100 cm con un mínimo y máximo de 100 cm; temperatura del agua promedio de 27.83 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.18 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 8.49 mg/L; salinidad promedio de 27.53 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.85 ups. Las características del fondo fueron gravas con 3.20 %; arenas promedio de 73.39 % desde 62.55 % a 84.23 %; lodos promedio de 38.66 % desde 27.73 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.90 % desde 1.46 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.17 ind/100 m² con un mínimo de 0.24 ind/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 1.66 ind/100 m² al sureste de Mandinga (Fig. 58). La biomasa promedio fue de 0.35 g/100 m² con un mínimo de 0.01 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 3.92 g/100 m² al sureste de La Redonda (Fig. 59).



Fig. 56. *Strongylura marina* (Walbaum, 1792).



Fig. 57. Estaciones donde la especie fue colectada.

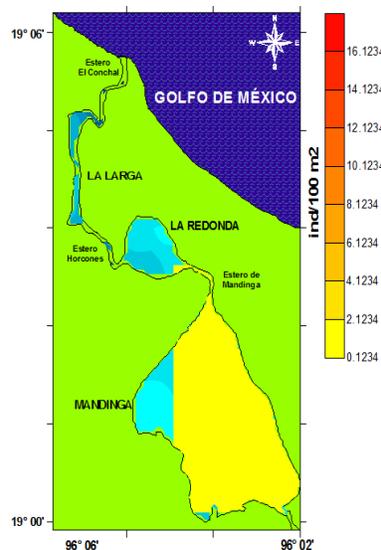


Fig. 58. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

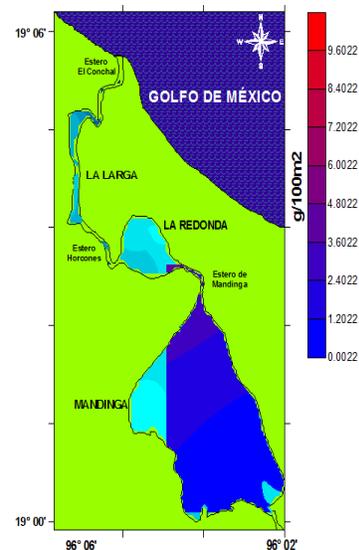


Fig. 59. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Strongylura notata (Poey, 1860)

Se colectó en cuatro estaciones (Fig. 60 y 61), a una profundidad promedio de 115.00 cm con un intervalo de 100.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.91 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.22 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 8.75 mg/L; salinidad promedio de 28.03 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 5.61 % desde 2.80 % a 19.65 %; arenas promedio de 62.50 % desde 52.06 % a 71.88 %; lodos promedio de 33.96 % desde 21.80 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.13 % desde 0.59 % a 1.68 %. Se calculó una densidad promedio de 0.06 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y al noroeste y sur de La Redonda y un máximo de 0.37 ind/100 m² al noroeste de Mandinga (Fig. 62). La biomasa promedio fue de 1.03 g/100 m² con un mínimo de 1.42 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 3.77 g/100 m² al noroeste de la misma laguna. (Fig. 63).



Fig. 60. *Strongylura notata* (Poey, 1860).



Fig. 61. Estaciones donde la especie fue colectada.

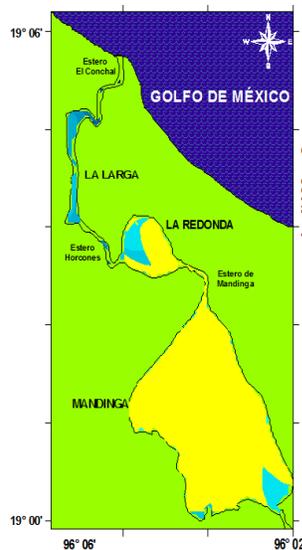


Fig. 62. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

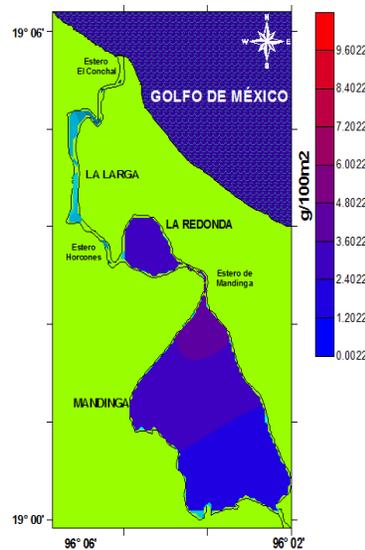


Fig. 63. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Hemiramphus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

Se colectó en solo una estación (Fig.64 y 65), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 27.25 °C; oxígeno disuelto de 8.49 mg/L; salinidad de 27.20 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 62.55 %; lodos 36.76 % y carbono orgánico total 1.46 %. Se calculó una densidad de 0.01 ind/100 m² y biomasa de 0.001 g/100 m² al sureste de Mandinga.



Fig. 64. *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758).



Fig. 65. Estaciones donde la especie fue colectada.

Hyporhamphus roberti (Valenciennes, 1847)

Se colectó en cinco estaciones (Fig. 66 y 67), a una profundidad promedio de 128.00 cm con un intervalo de 90.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.67 °C con un intervalo de 27.40 °C a 28.30 °C; oxígeno disuelto promedio de 7.64



Fig. 66. *Hyporhamphus roberti* (Valenciennes, 1847).

mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.47 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.85 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 8.01 % desde 0.61 % a 19.65 %; arenas promedio de 58.14 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 33.60 % desde 27.73 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.24 % desde 0.77 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.15 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y al sur de La Redonda y un máximo de 0.86 ind/100 m² al suroeste (Fig. 68). La biomasa promedio fue de 5.04 g/100 m² con un mínimo de 3.46 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 24.99 g/100 m² al sureste de La Redonda (Fig. 69).

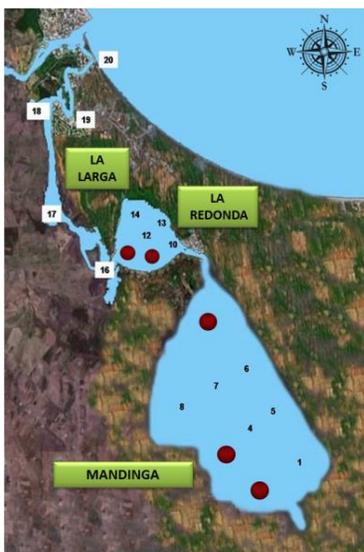


Fig. 67. Estaciones donde la especie fue colectada.

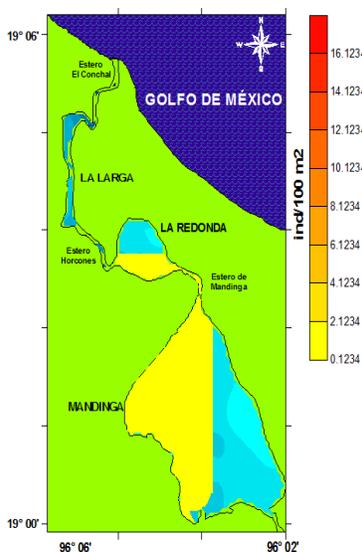


Fig. 68. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

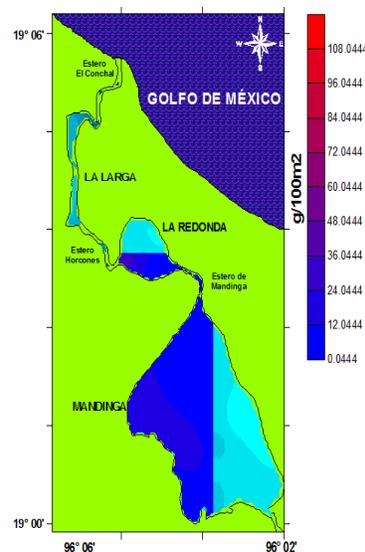


Fig. 69. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Poecilia mexicana Steindachner, 1863

Se colectó en solo una estación (Fig.70 y 71), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 28.40 °C; oxígeno disuelto de 7.88 mg/L; salinidad de 27.85. ups. Las características del fondo fueron gravas con 3.20%; arenas 84.23 %; lodos 12.10 % y carbono orgánico total 2.33 %. Se calculó una densidad de 0.02 ind/100 m² y biomasa de 0.06 g/100 m² al este de La Redonda.

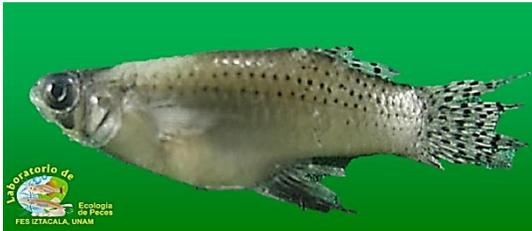


Fig. 70. *Poecilia mexicana* Steindachner, 1863.



Fig. 71. Estaciones donde la especie fue colectada.

Poecilia sphenops Valenciennes, 1846

Se colectó en solo una estación (Fig.72 y 73), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 27.25 °C; oxígeno disuelto de 8.49 mg/L; salinidad de 27.20. ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 62.55 %; lodos 36.76 % y carbono orgánico total 1.46 %. Se calculó una densidad de 0.03 ind/100 m² y biomasa de 0.14 g/100 m² al sureste de Mandinga.



Fig. 72. *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846.



Fig. 73. Estaciones donde la especie fue colectada.

Syngnathus louisianae Günther, 1870

Se colectó en solo una estación (Fig.74 y 75), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 28.70 °C; oxígeno disuelto de 8.29 mg/L; salinidad de 28.70. ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 71.88 %; lodos 27.73 % y carbono orgánico total 1.68 %. Se calculó una densidad de 1.11 ind/100 m² y biomasa de 0.46 g/100m² al noroeste de La Redonda.



Fig. 74. *Syngnathus louisianae* Günther, 1870.



Fig. 75. Estaciones donde la especie fue colectada.

Syngnathus scovelli (Evermann & Kendall, 1896)

Se colectó en nueve estaciones (Fig. 76 y 77), a una profundidad promedio de 103.33 cm con un intervalo de 60.00

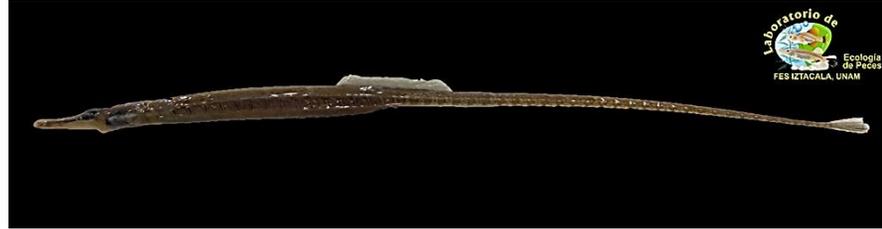


Fig. 76. *Syngnathus scovelli* (Evermann & Kendall, 1896).

cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.98 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.38 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.64 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 10.54 % desde 2.80 % a 39.65 %; arenas promedio de 62.09 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 33.63 % desde 24.50 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.04 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 20.20 ind/100 m² con un mínimo de 0.16 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 86.66 ind/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 78). La biomasa promedio fue de 0.74 g/100 m² con un mínimo de 0.01 g/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 2.27 g/100 m² al noroeste de Mandinga (Fig. 79).



Fig. 77. Estaciones donde la especie fue colectada.

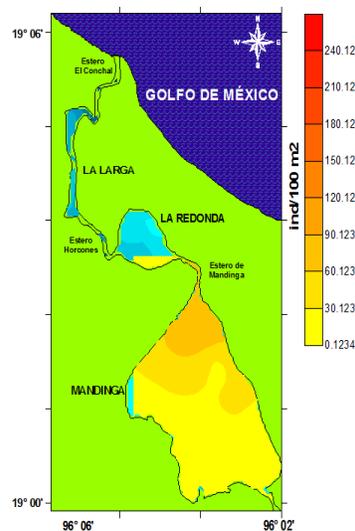


Fig. 78. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

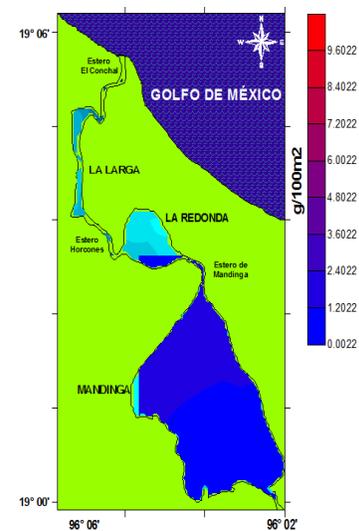


Fig. 79. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Microphis brachyurus (Bleeker, 1854)

Se colectó en solo una estación (Fig.80 y 81), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 27.25 °C; oxígeno disuelto de 8.49 mg/L; salinidad de 27.20 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 62.55 %; lodos 36.76 % y carbono orgánico total 1.46 %. Se calculó una densidad de 0.90 ind/100 m² y biomasa de 0.02 g/100m² al sureste de Mandinga.



Fig. 80. *Microphis brachyurus* (Bleeker, 1854).



Fig. 81. Estaciones donde la especie fue colectada.

Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)

Se colectó en solo una estación (Fig.82 y 83), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 28.40 °C; oxígeno disuelto de 7.88 mg/L; salinidad de 27.85 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 84.23 %; lodos 12.10 % y carbono orgánico total 2.33 %. Se calculó una densidad de 0.01 ind/100 m² y biomasa de 0.01 g/100 m² al este de La Redonda.



Fig. 82. *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792).



Fig. 83. Estaciones donde la especie fue colectada.

Centropomus pectinatus Poey, 1860

Se colectó en solo una estación (Fig.84 y 85), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua de 28.70 °C; oxígeno disuelto de 8.29 mg/L; salinidad de 28.70 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 71.88 %; lodos 27.73 % y carbono orgánico total 1.68 %. Se calculó una densidad de 0.03 ind/100 m² y biomasa de 0.32 g/100 m² al noroeste de La Redonda.

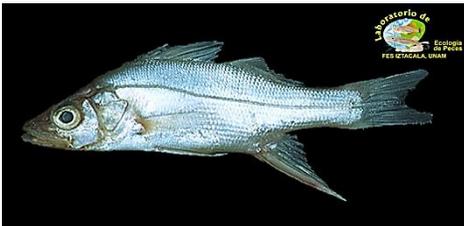


Fig. 84. *Centropomus pectinatus* Poey, 1860.



Fig. 85. Estaciones donde la especie fue colectada.

Centropomus parallelus Poey, 1860

Se colectó en cuatro estaciones (Fig. 86 y 87), a una profundidad promedio de 130.00cm con un intervalo de 110.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.80 °C con un intervalo de 27.40 °C a 28.30 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.17 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.01 mg/L; salinidad promedio de 28.13 ups con un intervalo de 27.40 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 15.68 % desde 0.61 % a 39.65 %; arenas promedio de 57.11 % desde 46.06 % a 66.82 %; lodos promedio de 25.72 % desde 19.47 % a 30.93 % y carbono orgánico total promedio de 0.76 % desde 0.59 % a 0.88 %. Se calculó una densidad promedio de 0.51 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 4.07 ind/100 m² al sur de La Redonda (Fig. 88). La biomasa promedio fue de 2.62 g/100 m² con un mínimo de 0.08 g/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 17.89 g/100 m² al sur de La Redonda (Fig. 89).



Fig. 86. *Centropomus parallelus* Poey, 1860.



Fig. 87. Estaciones donde la especie fue colectada.

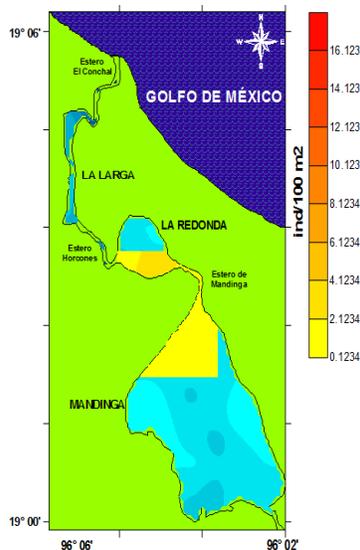


Fig. 88. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

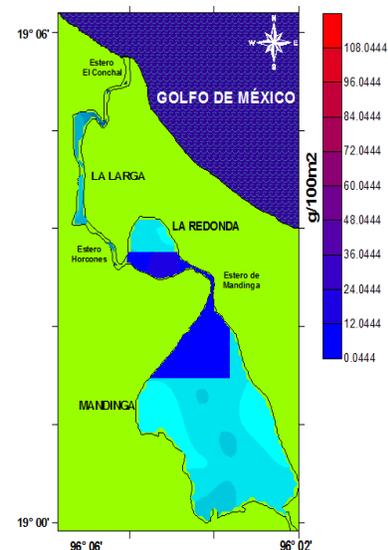


Fig. 89. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Oligoplites saurus (Bloch & Schneider, 1801)

Se colectó en solo una estación (Fig.90 y 91), a una profundidad de 150.00 cm; temperatura del agua de 27.40 °C; oxígeno disuelto de 7.56 mg/L; salinidad de 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con 0.61 %; arenas 66.82 %; lodos 31.81 % y carbono orgánico total 0.88 %. Se calculó una densidad de 0.03 ind/100 m² y biomasa de 0.64 g/100 m² al suroeste de La Redonda.

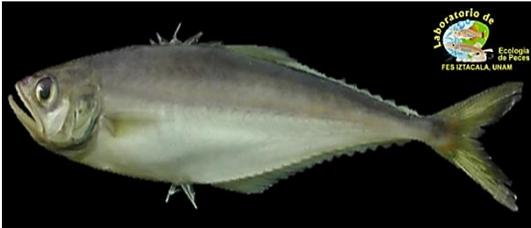


Fig. 90. *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801).



Fig. 91. Estaciones donde la especie fue colectada.

Selene setapinnis (Mitchill, 1815)

Se colectó en solo una estación (Fig.92 y 93), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua 28.70 °C; oxígeno disuelto 8.29 mg/L; salinidad 28.70 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 71.88 %; lodos 27.73 % y carbono orgánico total 1.68 %. Se calculó una densidad de 0.01 ind/100 m² y biomasa de 0.74 g/100 m² al noroeste de La Redonda.



Fig. 92. *Selene setapinnis* (Mitchill, 1815).



Fig. 93. Estaciones donde la especie fue colectada.

Ulaema lefroyi (Goode, 1874)

Se colectó en cuatro estaciones (Fig. 94 y 95), a una profundidad promedio de 102.50 cm con un intervalo de 70.00 cm a 140.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.05 °C con un intervalo de 27.45 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.21 mg/L con un intervalo de 7.58 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.93 ups con un intervalo de 27.50 ups a 28.70 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 5.16 % desde 3.20 % a 13.39 %; arenas promedio de 66.39 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 31.30 % desde 21.80 % a 43.87 % y carbono orgánico total promedio de 1.49 % desde 0.84 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 1.75 ind/100 m² con un mínimo de 1.23 ind/100 m² al noroeste de La Redonda y un máximo de 8.02 ind/100 m² al este de la misma laguna (Fig. 96). La biomasa promedio fue de 0.22 g/100 m² con un mínimo de 0.03 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 2.17 g/100 m² al este de La Redonda (Fig. 97).



Fig. 94. *Ulaema lefroyi* (Goode, 1874).



Fig. 95. Estaciones donde la especie fue colectada.

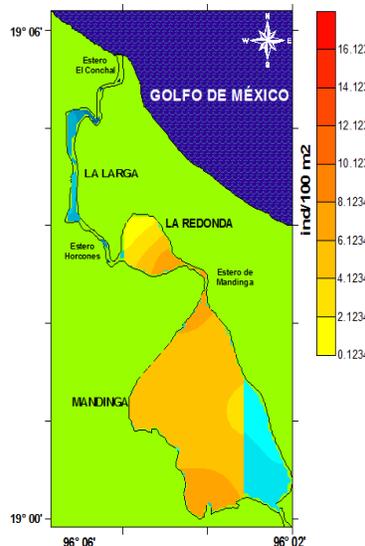


Fig. 96. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

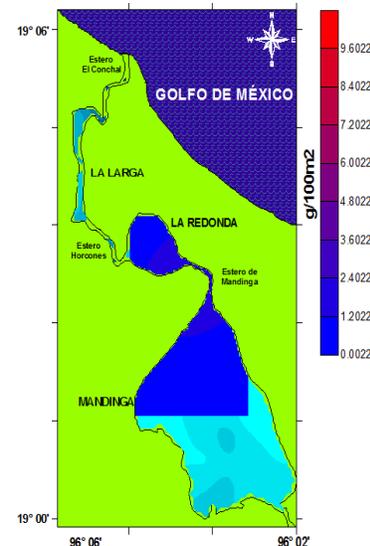


Fig. 97. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Eucinostomus melanopterus (Bleeker, 1863)

Se colectó en dos estaciones (Fig. 96 y 97), a una profundidad promedio de 125.00 cm con un intervalo de 100.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.90 °C con un intervalo de 27.40 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 7.62 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 7.88 mg/L; salinidad promedio de 28.33 ups con un intervalo de 27.85 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 3.00 % desde 2.80 % a 3.20 %; arenas promedio de 73.08 % desde 63.50 % a 84.23 %; lodos promedio de 26.12 % desde 24.50 % a 27.73 % y carbono orgánico total promedio de 1.46 % desde 0.59 % a 2.33 %.

Se calculó una densidad promedio de 0.20 ind/100 m² con un mínimo de 0.49 ind/100 m² al este de La Redonda y un máximo de 1.72 ind/100 m² al sur la misma laguna. La biomasa promedio fue de 0.57 g/100 m² con un mínimo de 1.42 g/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 4.89 g/100 m² al este de la misma laguna.



Fig. 98. *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863).



Fig. 99. Estaciones donde la especie fue colectada.

Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)

Se colectó en seis estaciones (Fig. 100 y 101), a una profundidad promedio de 91.67 cm con un intervalo de 60.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.19 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.68 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a



Fig. 100. *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829).

9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.48 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.85 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 12.51 % desde 3.20 % a 39.65 %; arenas promedio de 59.99 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 32.93 % desde 27.73 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.18 % desde 0.77 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.74 ind/100 m² con un mínimo de 0.24 ind/100 m² al este de La Redonda y un máximo de 3.70 ind/100 m² al suroeste de Mandinga (Fig. 102). La biomasa promedio fue de 2.31 g/100 m² con un mínimo de 1.15 g/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 9.40 g/100 m² al suroeste de la misma laguna (Fig. 103).

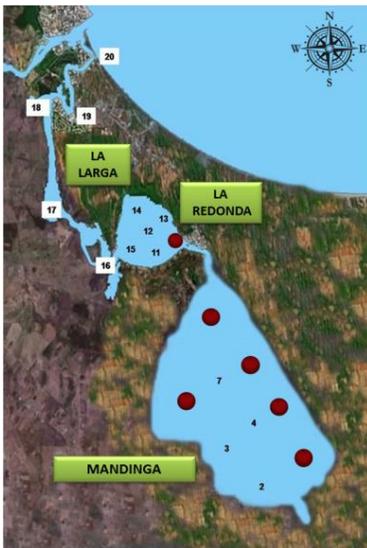


Fig. 101. Estaciones donde la especie fue colectada.

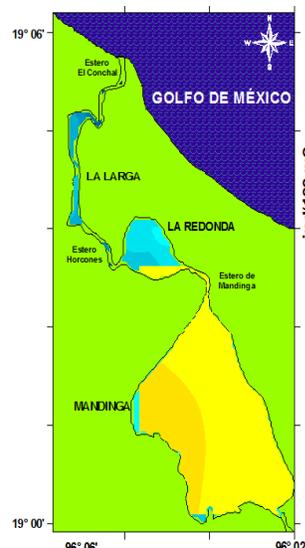


Fig. 102. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

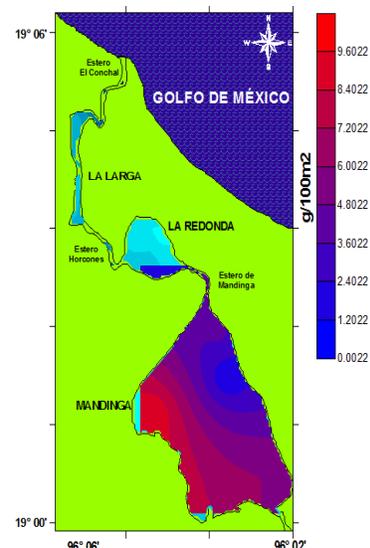


Fig. 103. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Diapterus auratus Ranzani, 1842

Se colectó en seis estaciones (Fig. 104 y 105), a una profundidad promedio de 95.00 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.98 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.53 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.68 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.70 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 8.41 % desde 3.20 % a 39.65 %; arenas promedio de 63.70 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 33.10 % desde 21.80 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.28 % desde 0.61 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.43 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 1.72 ind/100 m² al noroeste de La redonda (Fig. 106). La biomasa promedio fue de 2.16 g/100 m² con un mínimo de 0.31 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 9.79 g/100 m² al noroeste de La Redonda (Fig. 107).



Fig. 104. *Diapterus auratus* Ranzani, 1842.

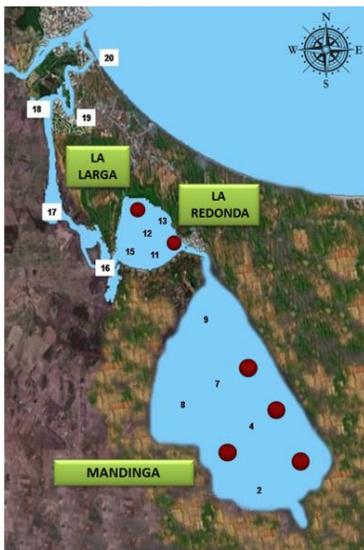


Fig. 105. Estaciones donde la especie fue colectada.

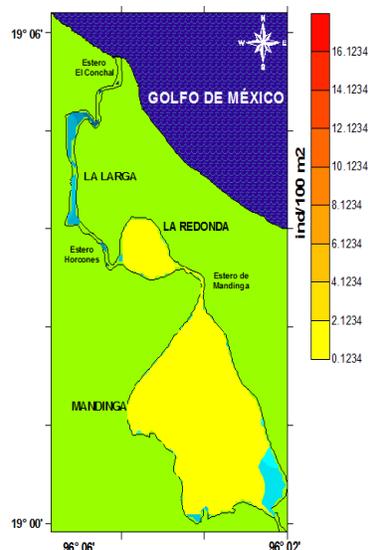


Fig. 106. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

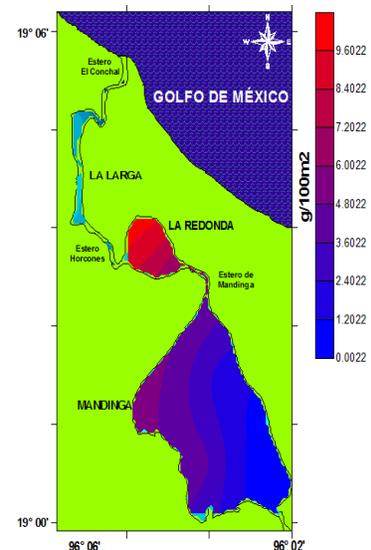


Fig. 107. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Eugerres plumieri (Cuvier, 1830)

Se colectó en tres estaciones (Fig. 108 y 109), a una profundidad promedio de 106.67 cm con un intervalo de 70.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.92 °C con un intervalo de 27.40 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.25 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 28.33 ups con un intervalo de 27.50 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 2.28 % desde 0 % a 4.03 %; arenas promedio de 60.39 % desde 45.78 % a 71.88 %; lodos promedio de 26.04 % desde 21.80 % a 31.81 % y carbono orgánico total promedio de 1.04 % desde 0.59 % a 1.68 %. Se calculó una densidad promedio de 0.06 ind/100 m² con un mínimo y un máximo de 0.24 ind/100 m² al sureste de Mandinga, al noroeste y sur de La Redonda (Fig. 110). La biomasa promedio fue de 0.64 g/100 m² con un mínimo de 0.60 g/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 4.94 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 111).



Fig. 108. *Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830).



Fig. 109. Estaciones donde la especie fue colectada.

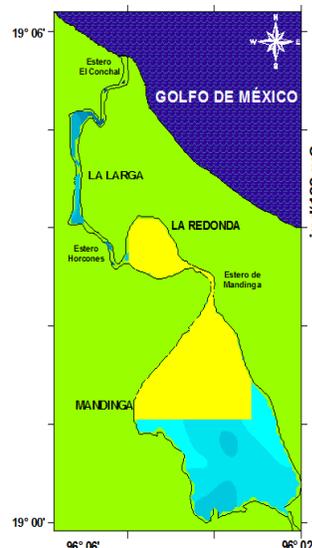


Fig. 110. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

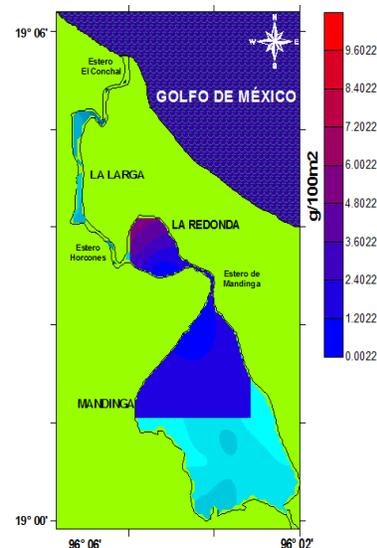


Fig. 111. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Archosargus probatocephalus (Walbaum, 1792)

Se colectó en nueve estaciones (Fig. 112 y 113), a una profundidad promedio de 105.56 cm con un intervalo de 60 cm a 150 cm; temperatura del agua promedio de 28.07 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.36 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.92 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 8.72 % desde 0.61 % a 39.65 %; arenas promedio de 62.46 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 29.26 % desde 19.47 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.14 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 3.05 ind/100 m² con un mínimo de 0.24 ind/100 m² al este de La Redonda y un máximo de 16.79 ind/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 114). La biomasa promedio fue de 6.15 g/100 m² con un mínimo de 0.04 g/100 m² al suroeste de La Redonda y un máximo de 63.70 g/100 m² al noreste de Mandinga (Fig. 115).

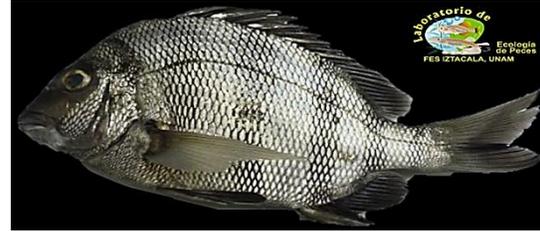


Fig. 112. *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792).

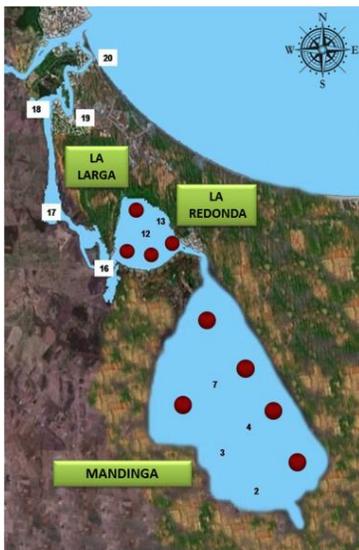


Fig. 113. Estaciones donde la especie fue colectada.

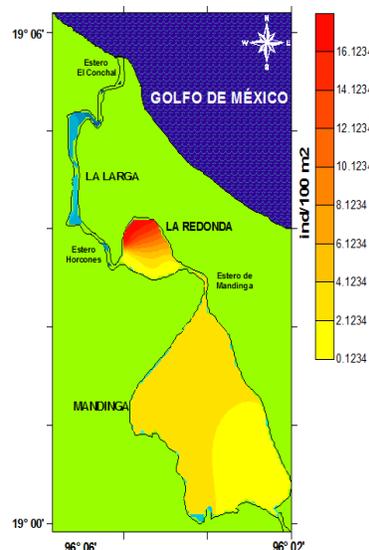


Fig. 114. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

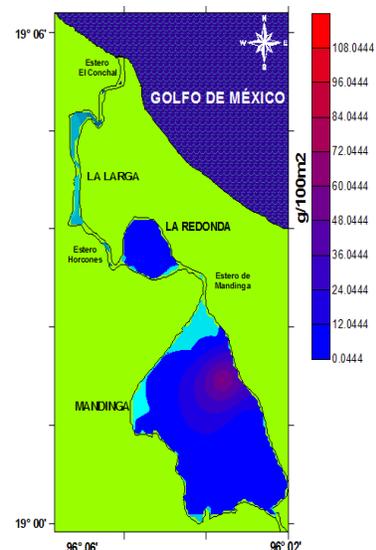


Fig. 115. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Lagodon rhomboides (Linnaeus, 1766)

Se colectó en dos estaciones (Fig. 116 y 117), a una profundidad promedio de 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 7.46 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 7.56 mg/L; salinidad promedio de 28.85 ups con un intervalo de 28.80 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron

gravas con un promedio de 1.71 % desde 0.61 % a 2.80 %; arenas promedio de 65.16 % desde 63.50 % a 66.82 %; lodos promedio de 21.99 % desde 19.47 % a 24.50 % y carbono orgánico total promedio de 0.74 % desde 0.59 % a 0.88 %. Se calculó una densidad promedio de 0.06 ind/100 m² con un mínimo de 0.24 ind/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 0.49 ind/100 m² al suroeste de la misma laguna. La biomasa promedio fue de 0.13 g/100 m² con un mínimo de 0.53 g/100 m² al suroeste de La Redonda y un máximo de 0.89 g/100 m² al sur de la misma laguna.



Fig. 116. *Lagodon rhomboides* (Linnaeus, 1766).



Fig. 117. Estaciones donde la especie fue colectada.

Bairdiella chrysoura (Lacepède, 1802)

Se colectó en diez estaciones (Fig. 118 y 119), a una profundidad promedio de 109.00 cm con un intervalo de 60 cm a 150 cm; temperatura del agua promedio de 28.01 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.29 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.90 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 9.19 % desde 0.61 % a 39.65 %; arenas promedio de 62.58 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 30.72 % desde 19.47 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.13 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 22.53 ind/100 m² con un mínimo de 1.60 ind/100 m² al este de La Redonda y un máximo de 72.22 ind/100 m² al noroeste de Mandinga (Fig. 120). La biomasa promedio fue de 7.98 g/100 m² con un mínimo de 1.30 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 18.65 g/100 m² al noreste de la misma laguna (Fig. 121).



Fig. 118. *Bairdiella chrysoura* (Lacepède, 1802).

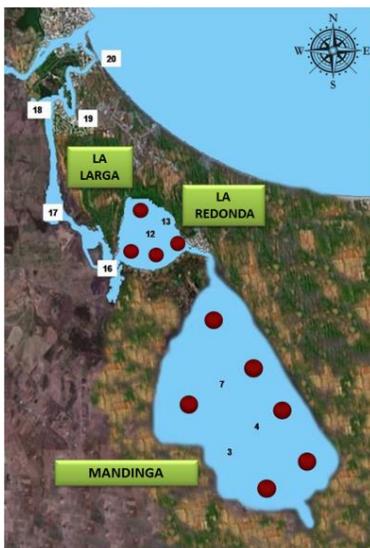


Fig. 119. Estaciones donde la especie fue colectada

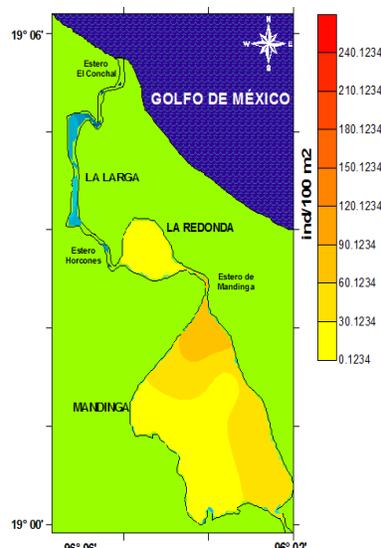


Fig. 120. Distribución de la densidad (ind/100 m²)

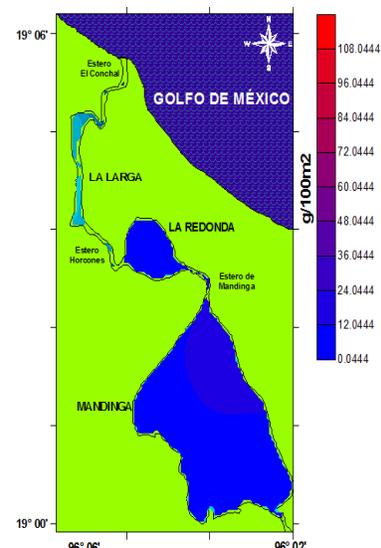


Fig. 121. Distribución de la biomasa (g/100 m²)

Mayaheros urophthalmus (Günther, 1862)

Se colectó en cuatro estaciones (Fig. 122 y 123), a una profundidad promedio de 115.00 cm con un intervalo de 110.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.84 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.12 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 8.75 mg/L; salinidad promedio de 27.81 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 6.41 % desde 2.80 % a 19.65 %; arenas promedio de 65.59 % desde 52.06 % a 84.23 %; lodos promedio de 32.45 % desde 24.50 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.29 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.40 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 3.33 ind/100 m² al noroeste de Mandinga (Fig. 124). La biomasa promedio fue de 3.17 g/100 m² con un mínimo de 2.16 g/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 16.61 g/100 m² al este de La Redonda (Fig. 125).



Fig. 122. *Mayaheros urophthalmus* (Günther, 1862).



Fig. 123. Estaciones donde la especie fue colectada.

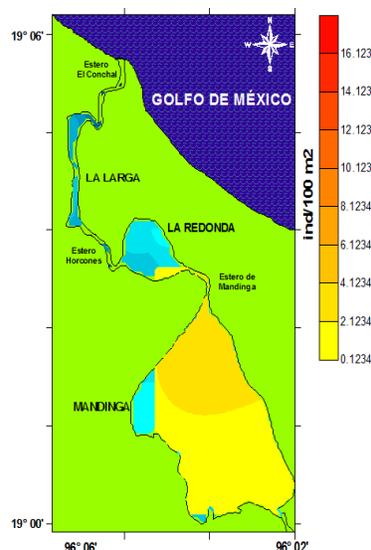


Fig. 124. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

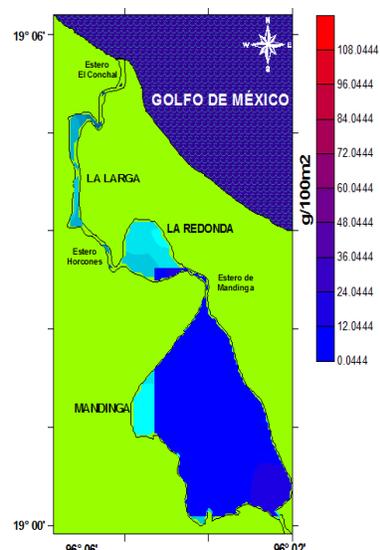


Fig. 125. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Petenia splendida Günther, 1862

Se colectó en solo una estación (Fig.126 y 127), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua 27.25 °C; oxígeno disuelto 8.49 mg/L; salinidad 27.20 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 62.55 %; lodos 36.76 % y carbono orgánico total 1.46 %. Se calculó una densidad de 0.33 ind/100 m² y biomasa de 0.10 g/100 m² al sureste de Mandinga.



Fig. 126. *Petenia splendida* Günther, 1862.



Fig. 127. Estaciones donde la especie fue colectada.

Vieja synspila (Hubbs, 1935)

Se colectó en solo una estación (Fig.128 y 129), a una profundidad de 150.00 cm; temperatura del agua 27.40 °C; oxígeno disuelto 7.36 mg/L; salinidad 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas 2.80%; arenas 63.50 %; lodos 33.70 % y carbono orgánico total 0.59 %. Se calculó una densidad de 0.01 ind/100 m² y biomasa de 0.39 g/100 m² al sur de La Redonda.



Fig. 128. *Vieja synspila* (Hubbs, 1935).



Fig. 129. Estaciones donde la especie fue colectada.

Hypsoblennius ionthas (Jordan & Gilbert, 1882)

Se colectó en solo una estación (Fig.130 y 131), a una profundidad de 100.00 cm; temperatura del agua 28.70 °C; oxígeno disuelto 8.29 mg/L; salinidad 28.70 ups. Las características del fondo fueron sin gravas; arenas 71.88 %; lodos 27.73 % y carbono orgánico total 1.68 %. Se calculó una densidad de 0.01 ind/100 m² y biomasa de 0.002 g/100 m² al noroeste de La Redonda.



Fig. 130. *Hypsoblennius ionthas* (Jordan & Gilbert, 1882).



Fig. 131. Estaciones donde la especie fue colectada.

Gobiomorus dormitor Lacepède, 1800

Se colectó en solo una estación (Fig.132 y 133), a una profundidad de 110.00 cm; temperatura del agua 28.30 °C; oxígeno disuelto 8.75 mg/L; salinidad 27.40 ups. Las características del fondo fueron gravas 19.65 %; arenas 52.06 %; lodos 27.97 % y carbono orgánico total 0.77 %. Se calculó una densidad de 0.30 ind/100 m² y biomasa de 0.02 g/100 m² al noroeste de Mandinga.



Fig. 132. *Gobiomorus dormitor* Lacepède, 1800.



Fig. 133. Estaciones donde la especie fue colectada.

Dormitator maculatus (Bloch, 1792)

Se colectó en 11 estaciones (Fig. 134 y 135), a una profundidad promedio de 107.25 cm con un intervalo de 60.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.99 °C con un intervalo de 27.25 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.30 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.85 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 8.68 % desde 0.61 % a 39.65 %; arenas promedio de 63.41 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 27.60 % desde 12.10 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.09 % desde 0.59 % a 2.33 %.



Fig. 134. *Dormitator maculatus* (Bloch, 1792).

Se calculó una densidad promedio de 61.91 ind/100 m² con un mínimo de 1.66 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 248.33 ind/100 m² al suroeste de la misma laguna (Fig. 136). La biomasa promedio fue de 0.40 g/100 m² con un mínimo de 0.008 g/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 1.02 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 137).



Fig. 135. Estaciones donde la especie fue colectada.

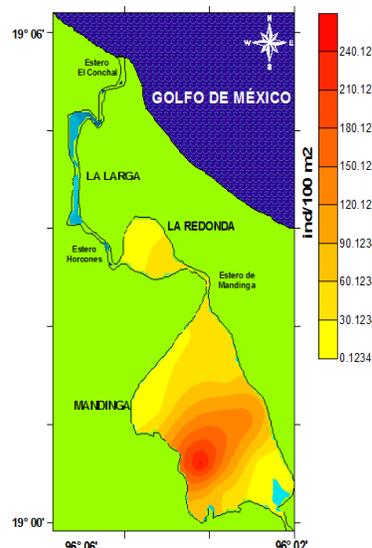


Fig. 136. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

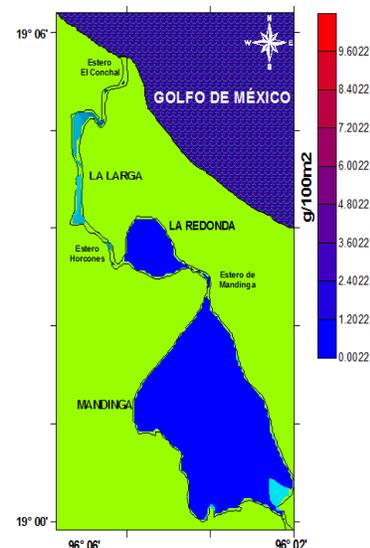


Fig. 137. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)

Se colectó en seis estaciones (Fig. 138 y 139), a una profundidad promedio de 106.67 cm con un intervalo de 70.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.85 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.43 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.69 ups con un intervalo de 27.20 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 11.56 % desde 2.80 % a 39.65 %; arenas promedio de 59.03 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 29.07 % desde 12.10 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.13 % desde 0.59 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 4.19 ind/100 m² con un mínimo de 0.37 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 34.44 ind/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 140). La biomasa promedio fue de 0.59 g/100 m² con un mínimo de 0.12 g/100 m² al noreste de la misma laguna y un máximo de 4.33 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 141).

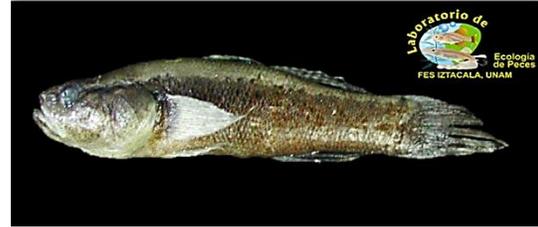


Fig. 138. *Eleotris pisonis* (Gmelin, 1789).

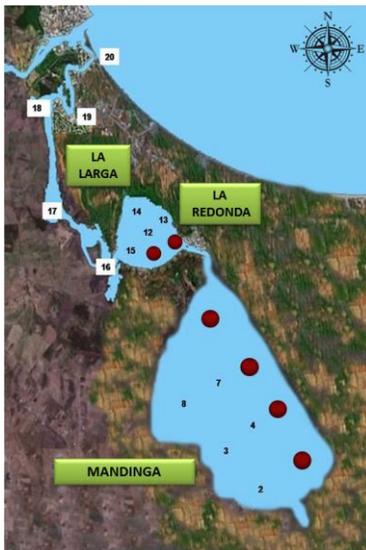


Fig. 139. Estaciones donde la especie fue colectada.

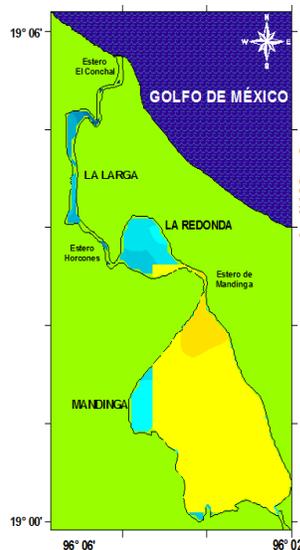


Fig. 140. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

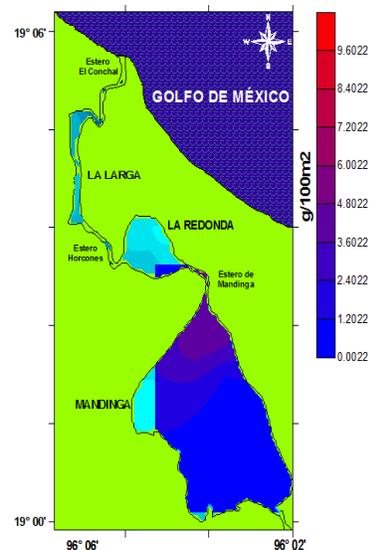


Fig. 141. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Erotelis smaragdus (Valenciennes, 1837)

Se colectó en cuatro estaciones (Fig. 142 y 143), a una profundidad promedio de 107.50 cm con un intervalo de 70.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.96 °C con un intervalo de 27.40 °C a 28.70 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.44 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 28.10 ups con un intervalo de 27.40 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 11.62 % desde 2.80 % a 39.65 %; arenas promedio de 56.81 % desde 45.78 % a 71.88 %; lodos promedio de 31.33 % desde 14.29 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 0.97 % desde 0.59 % a 1.68 %. Se calculó una densidad promedio de 1.08 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al noreste y sureste de Mandinga y al sur de La Redonda y un máximo de 11.60 ind/100 m² al noroeste de la Redonda (Fig. 144). La biomasa promedio fue de 1.59 g/100 m² con un mínimo de 0.18 g/100 m² al sur de La Redonda y un máximo de 15.75 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 145).



Fig. 142 *Erotelis smaragdus* (Valenciennes, 1837).

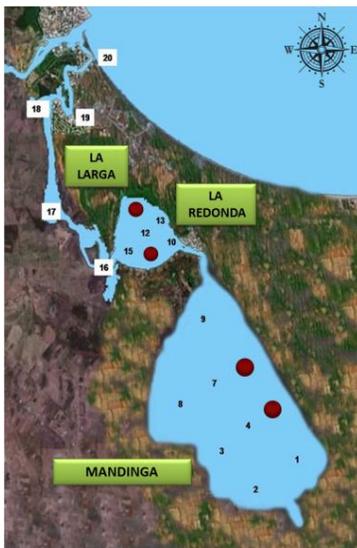


Fig. 143. Estaciones donde la especie fue colectada.

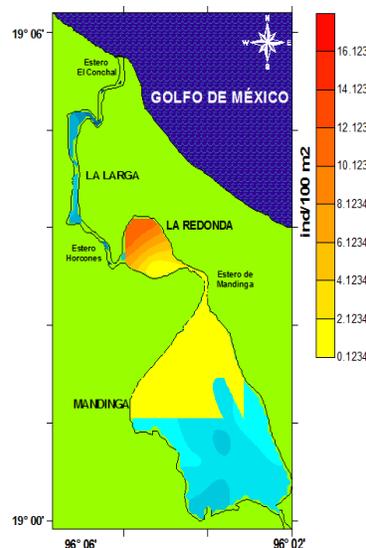


Fig. 144. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

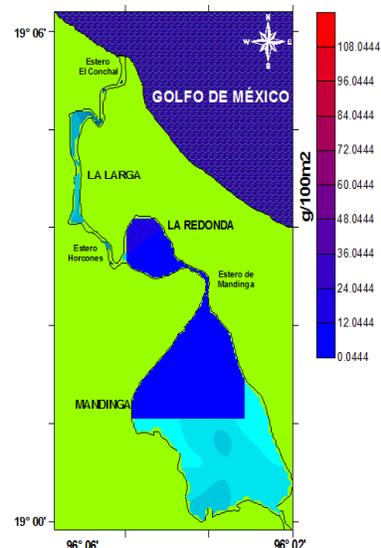


Fig. 145. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Bathygobius soporator (Valenciennes, 1837)

Se colectó en tres estaciones (Fig. 146 y 147), a una profundidad promedio de 93.33 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.12 °C con un intervalo de 27.65 °C a 28.40 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.57 mg/L con un intervalo de 7.88 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.58 ups con un intervalo de 27.40 ups a 27.85 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 8.96 % desde 3.20 % a 19.65 %; arenas promedio de 60.69 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 29.88 % desde 12.10 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.32 % desde 0.78 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 0.61 ind/100 m² con un mínimo de 1.23 ind/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 3.33 ind/100 m² al sureste de la misma laguna (Fig. 148). La biomasa promedio fue de 0.10 g/100 m² con un mínimo de 0.002 g/100 m² al este de La Redonda y un máximo de 1.07 g/100 m² al noroeste de Mandinga (Fig. 149).

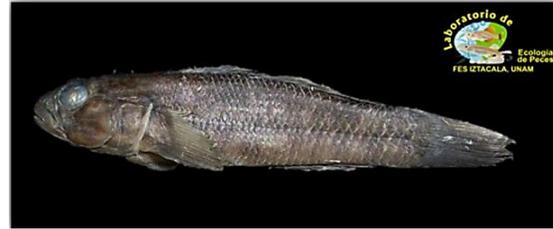


Fig. 146. *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837).



Fig. 147. Estaciones donde la especie fue colectada.

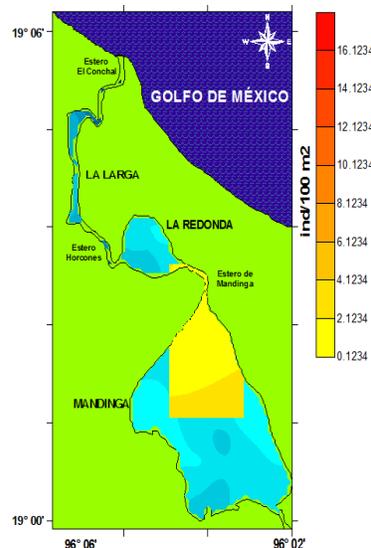


Fig. 148. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

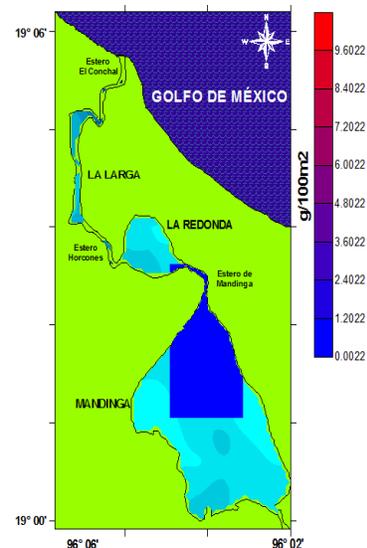


Fig. 149. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Evorthodus lyricus (Girard, 1858)

Se colectó en seis estaciones (Fig. 150 y 151), a una profundidad promedio de 100.00 cm con un intervalo de 60.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.22 °C con un intervalo de 27.40 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.49 mg/L con un intervalo de 7.36 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.75 ups con un intervalo de 27.40 ups a 28.80 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 12.98 % desde 2.80 % a 39.65 %; arenas promedio de 60.15 % desde 45.78 % a 84.23 %; lodos promedio de 26.64 % desde 12.10 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.03 % desde 0.59 % a 2.33 %.



Fig. 150. *Evorthodus lyricus* (Girard, 1858).

Se calculó una densidad promedio de 7.38 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 67.77 ind/100 m² al sur de La Redonda (Fig. 152). La biomasa promedio fue de 0.32 g/100 m² con un mínimo de 0.12 g/100 m² al noroeste de Mandinga y un máximo de 1.82 g/100 m² al este de La Redonda (Fig. 153).



Fig. 151. Estaciones donde la especie fue colectada.

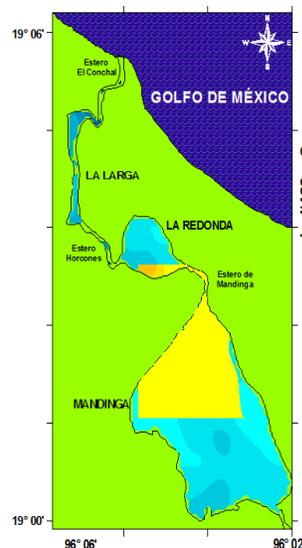


Fig. 152. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

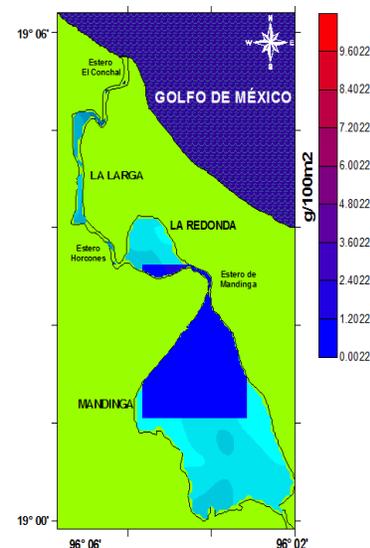


Fig. 153. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Gobioides broussonnetii Lacepède, 1800

Se colectó en dos estaciones (Fig. 154 y 155), a una profundidad promedio de 90.00 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.88 °C con un



Fig. 154. *Gobioides broussonnetii* Lacepède, 1800.

intervalo de 27.65 °C a 28.10 °C; oxígeno disuelto promedio de 9.05 mg/L con un intervalo de 9.01 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.45 ups con un intervalo de 27.40 ups a 27.50 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 21.84 % desde 4.03 % a 39.65 %; arenas promedio de 45.92 % desde 45.78 % a 46.06 %; lodos promedio de 31.94 % desde 14.29 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 0.81 % desde 0.77 a 0.84 %. Se calculó una densidad promedio de 0.11 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 1.11 ind/100 m² al noreste de la misma laguna. La biomasa promedio fue de 0.08 g/100 m² con un mínimo de 0.09 g/100 m² al sureste de la misma laguna y un máximo de 0.83 g/100 m² al noreste de la misma laguna.



Fig. 155. Estaciones donde la especie fue colectada.

Gobiosoma bosc (Lacepède, 1800)

Se colectó en tres estaciones (Fig. 156 y 157), a una profundidad promedio de 93.33 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.67 °C con un intervalo de 27.25 °C a 28.10 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.86 mg/L con un intervalo de 8.49 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.37 ups con un intervalo de 27.20 ups a 27.50 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 14.56 % desde 4.03 % a 39.65 %; arenas promedio de 51.46 % desde 45.78 % a 62.55 %; lodos promedio de 33.54 % desde 14.29 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 1.02 % desde 0.77 % a 1.46 %.



Fig. 156. *Gobiosoma bosc* (Lacepède, 1800).

Se calculó una densidad promedio de 0.69 ind/100 m² con un mínimo de 1.91 ind/100 m² y un máximo de 3.45 ind/100 m² al sureste de Mandinga (Fig. 158). La biomasa promedio fue de 0.24 g/100 m² con un mínimo de 0.77 g/100 m² al noreste de la misma laguna y un máximo de 1.04 g/100 m² al sureste de la misma laguna (Fig. 159).



Fig. 157. Estaciones donde la especie fue colectada.

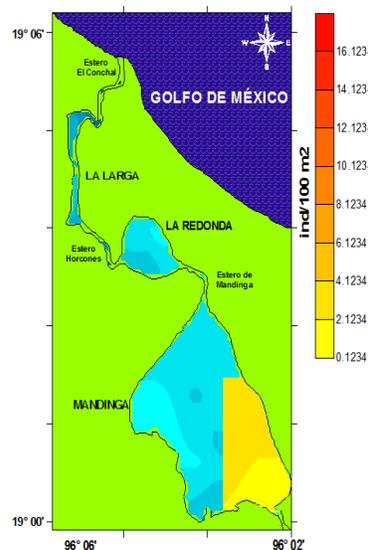


Fig. 158. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

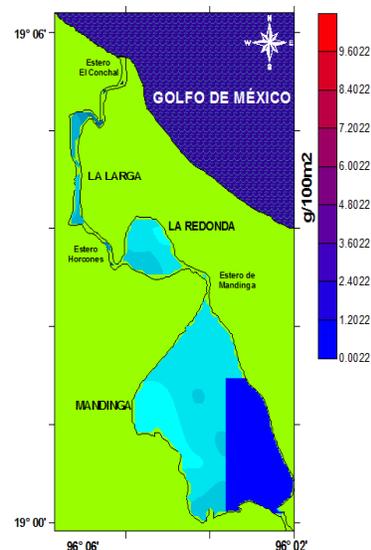


Fig. 159. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Gobionellus hastatus Girard, 1859

Se colectó en dos estaciones (Fig. 160 y 161), a una profundidad promedio de 90.00 cm con un intervalo de 70.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 27.88 °C con un intervalo de 27.65 °C a 28.10 °C; oxígeno disuelto promedio de 9.05 mg/L con un intervalo de 9.01 mg/L a 9.09 mg/L; salinidad promedio de 27.45 ups con un intervalo de 27.40 ups a 27.50 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 21.84 % desde 4.03 % a 39.65 %; arenas promedio de 45.92 % desde 45.78 % a 46.06 %; lodos promedio de 31.94 % desde 14.29 % a 49.58 % y carbono orgánico total promedio de 0.81 % desde 0.77 a 0.84 %. Se calculó una densidad promedio de 0.28 ind/100 m² con un mínimo de 1.11 ind/100 m² al sureste de Mandinga y un máximo de 1.97 ind/100 m² al noreste de la misma laguna. La biomasa promedio fue de 0.96 g/100 m² con un mínimo de 0.05 g/100 m² al sureste de la misma laguna y un máximo de 0.83 g/100 m² al noreste de la misma laguna.

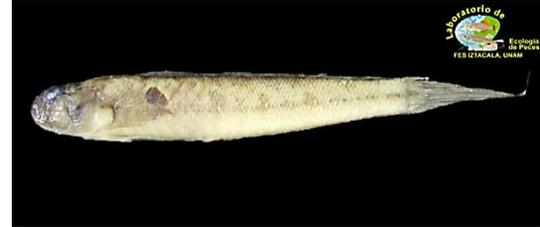


Fig. 160. *Gobionellus hastatus* Girard, 1859.



Fig. 161. Estaciones donde la especie fue colectada.

Ctenogobius boleosoma (Jordan & Gilbert, 1882)

Se colectó en seis estaciones (Fig. 162 y 163), a una profundidad promedio de 106.00 cm con un intervalo de 60.00 cm a 150.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.33 °C con un intervalo de 27.40 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.41 mg/L con un intervalo de 7.56 mg/L a 9.01 mg/L; salinidad promedio de 27.82 ups con un intervalo de 27.40 ups a 28.90 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 14.33 % desde 0.61 % a 39.65 %; arenas promedio de 63.69 % desde 46.06 % a 84.23 %; lodos promedio de 21.67 % desde 12.10 % a 31.81 % y carbono orgánico total promedio de 1.13 % desde 0.77 % a 2.33 %. Se calculó una densidad promedio de 2.72 ind/100 m² con un mínimo de 1.11 ind/100 m² al sureste de La Redonda y un máximo de 15.55 ind/100 m² al este de la misma laguna (Fig. 164). La biomasa promedio fue de 0.23 g/100 m² con un mínimo de 0.15 g/100 m² al suroeste de Mandinga y un máximo de 1.47 g/100 m² al este de La Redonda (Fig. 165).



Fig. 162. *Ctenogobius boleosoma* (Jordan & Gilbert, 1882).

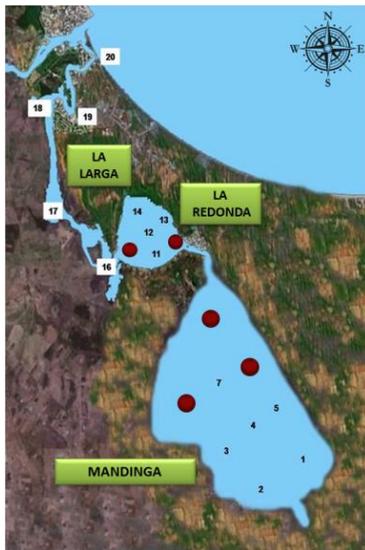


Fig. 163. Estaciones donde la especie fue colectada.

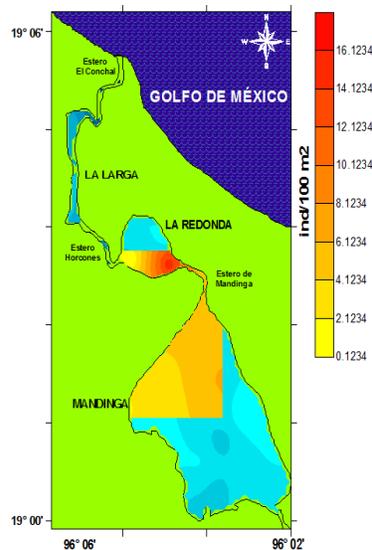


Fig. 164. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

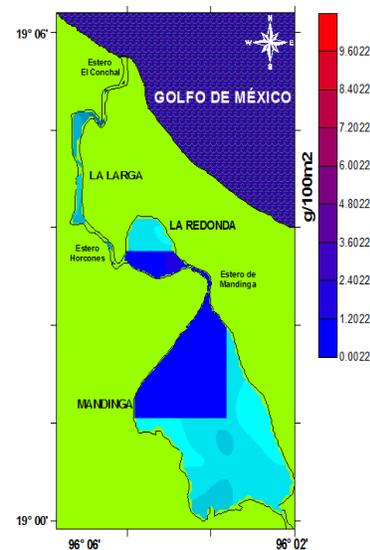


Fig. 165. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

Citharichthys spilopterus Günther, 1862

Se colectó en tres estaciones (Fig. 166 y 167), a una profundidad promedio de 90.00 cm con un intervalo de 60.00 cm a 110.00 cm; temperatura del agua promedio de 28.75 °C con un intervalo de 28.10 °C a 29.45 °C; oxígeno disuelto promedio de 8.72 mg/L con un intervalo de 8.29 mg/L a 9.01 mg/L; salinidad promedio de 27.88 ups con un intervalo de 27.40 ups a 28.70 ups. Las características del fondo fueron gravas con un promedio de 16.06 % desde 8.53 % a 39.65 %; arenas promedio de 62.40 % desde 46.06 % a 71.88 %; lodos promedio de 21.40 % desde 14.29 % a 27.73 % y carbono orgánico total promedio de 1.11 % desde 0.77 % a 1.68 %. Se calculó una densidad promedio de 0.06 ind/100 m² con un mínimo de 0.12 ind/100 m² al sureste de Mandinga y noroeste de La Redonda y un máximo de 0.49 ind/100 m² al noreste de Mandinga y noroeste de La Redonda y una biomasa promedio fue de 0.39 g/100 m² con un mínimo de 0.05 g/100 m² al suroeste de Mandinga y un máximo de 4.14 g/100 m² al noroeste de la misma laguna (Fig. 169).



Fig. 166. *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862.



Fig. 167. Estaciones donde la especie fue colectada.

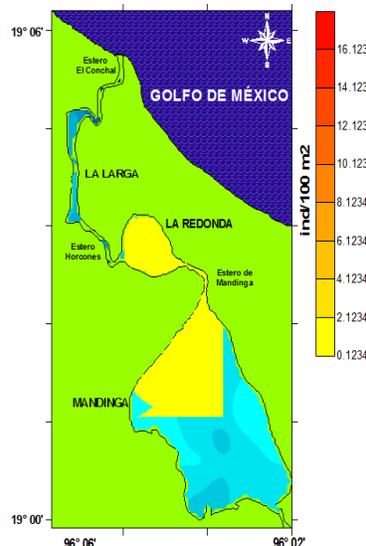


Fig. 168. Distribución de la densidad (ind/100 m²).

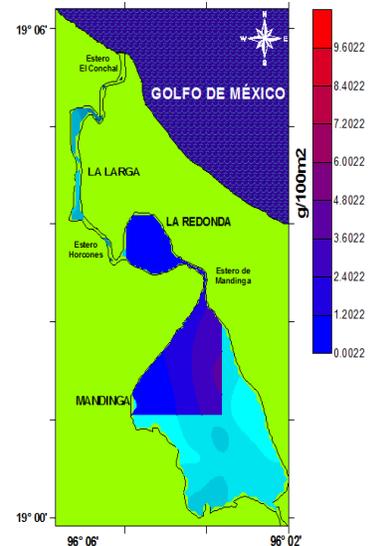


Fig. 169. Distribución de la biomasa (g/100 m²).

DENSIDAD RELATIVA

Las especies con menor porcentaje fueron *H. brasiliensis*, *C. undecimalis*, *S. setapinnis*, *V. synspila* y *H. ionthas*, *P. mexicana*, todas con 0.01 %, mientras que el mayor porcentaje fue *D. maculatus* con 40.25 %, seguida por *B. chrysoura* 14.65 %, *A. mitchilli* 13.64 % y *S. scovelli* 13.13 % (Fig. 170).

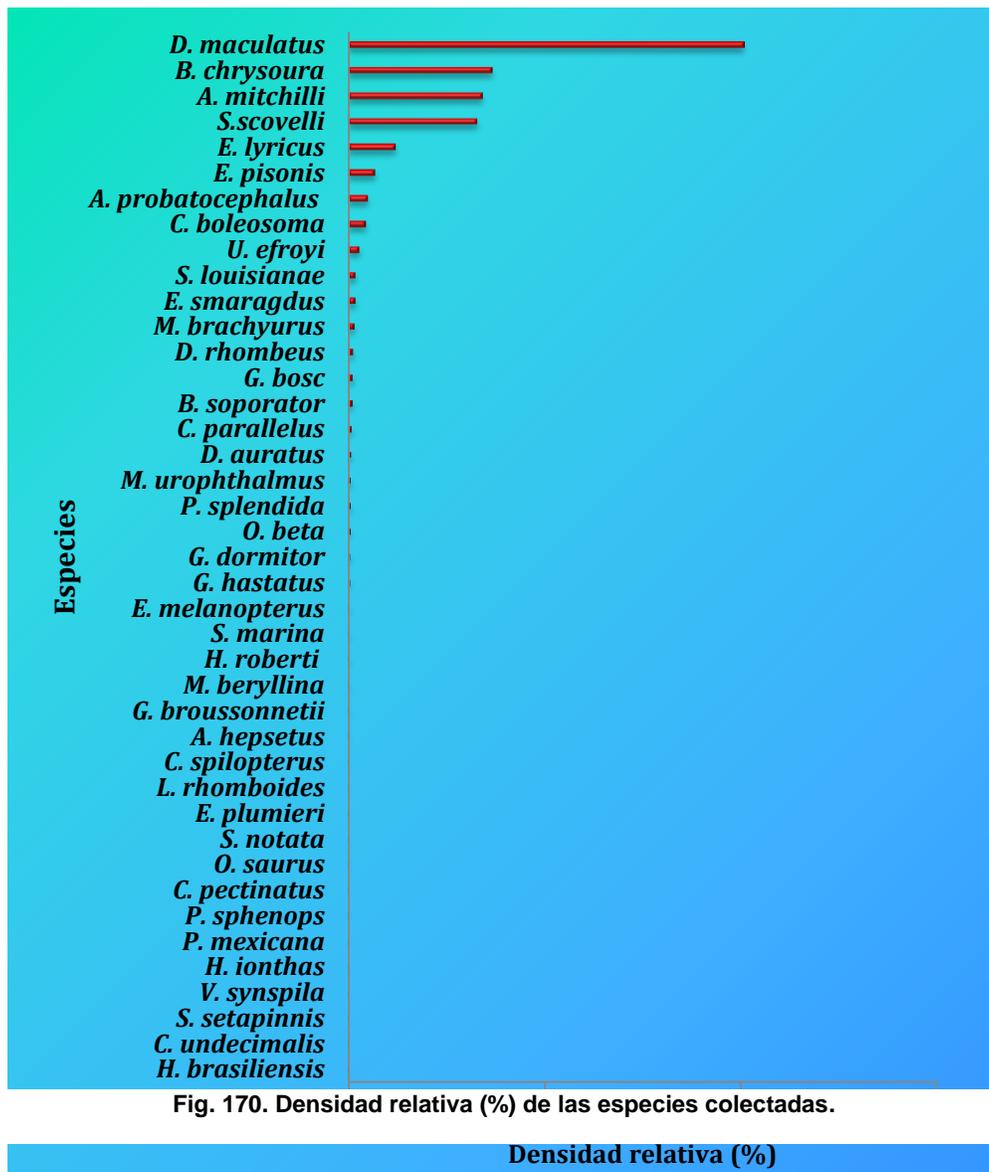


Fig. 170. Densidad relativa (%) de las especies colectadas.

FRECUENCIA RELATIVA

Las especies con menor porcentaje fueron *H. brasiliensis*, *P. mexicana*, *P. sphenops*, *S. louisianae*, *M. brachyurus*, *C. undecimalis*, *C. pectinatus*, *O. saurus*, *S. setapinnis*, *P. splendida*, *V. synspila*, *H. ionthas* y *G. dormitor* con 0.68 %, mientras que los de mayor porcentaje fueron *D. maculatus* de 7.43 %, *A. mitchilli* y *B. chrysourea* 6.76 % y *A. probatocephalus* y *S. scovelli* 6.08 % (Fig. 171).

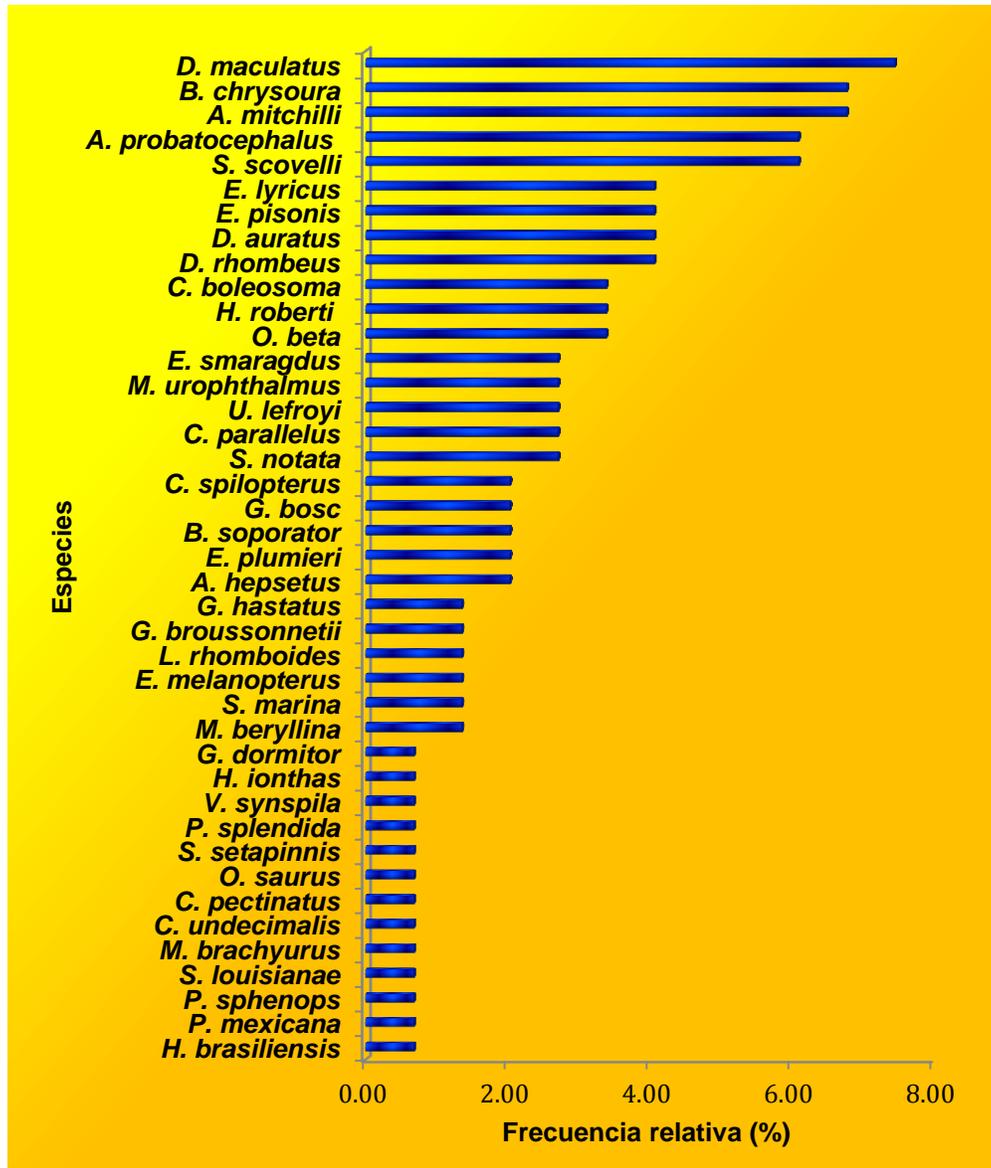


Fig. 171. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas.

DOMINANCIA RELATIVA

Las especies con menor porcentaje fueron *H. brasiliensis* de 0.002 %, *H. ionthas* 0.004 %, *C. undecimalis* 0.02 %, *M. brachyurus* y *G. dormitor* 0.04 %, mientras que los mayores porcentajes fueron *A. mitchilli* de 28.48 %, *B. chrysoura* 12.17 %, *A. probatocephalus* 9.37 % *H. roberti* 7.68 % y *O. beta* 7.66 % (Fig. 172).

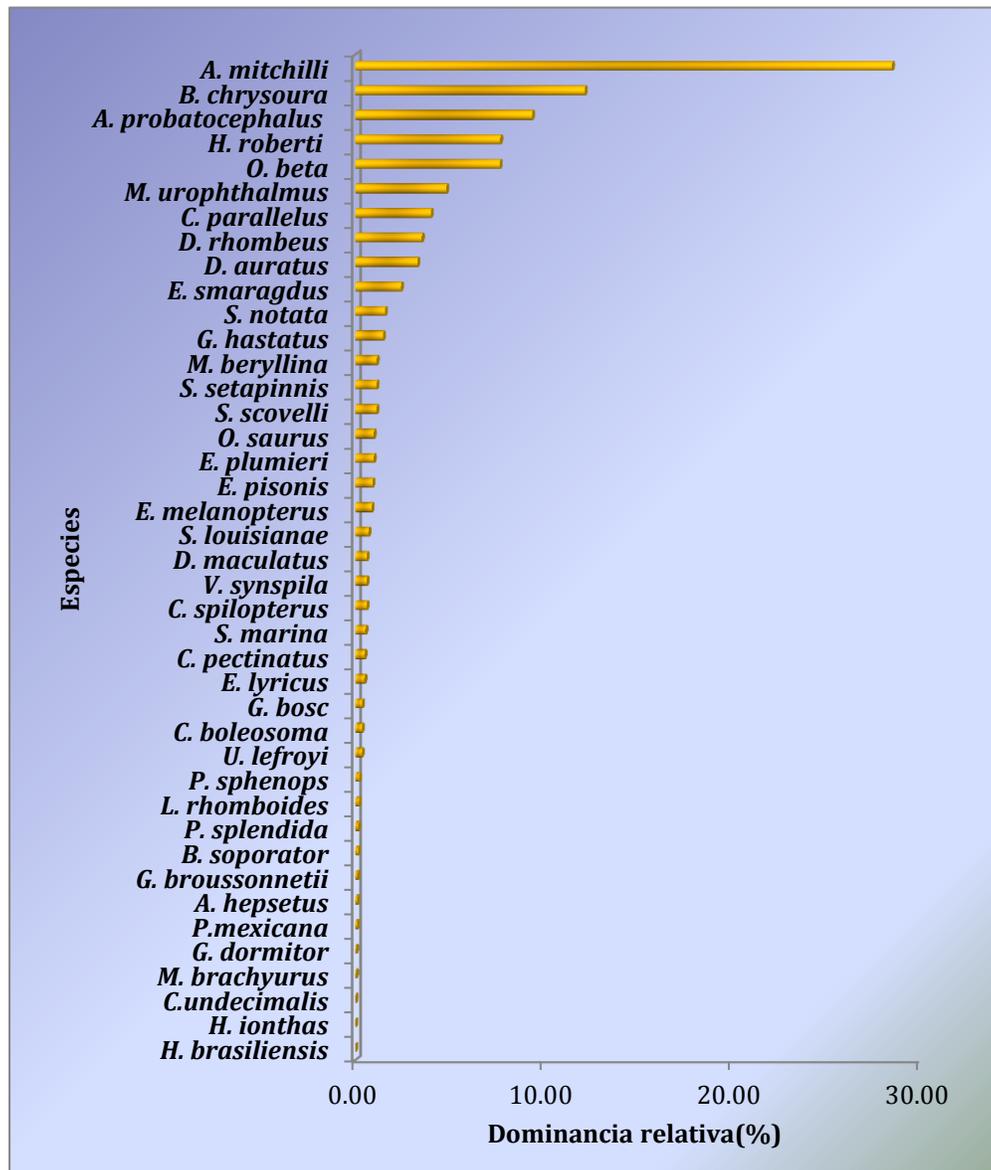


Fig. 172. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas.

VALOR IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Las especies con menor importancia ecológica fueron *H. brasiliensis* de 0.68 %, *H. ionthas* 0.69 %, *C. undecimalis* 0.70 %, *P. mexicana* 0.80 %, *P. sphenops* y *G. dormitor* 0.92 %, mientras que los de mayor importancia ecológica fueron *A. mitchilli* de 48.88 %, *D. maculatus* 48.29 %, *B. chrysoura* 33.57 %, *S. scovelli* 20.37 % y *A. probatocephalus* 17.44 % (Fig. 173).

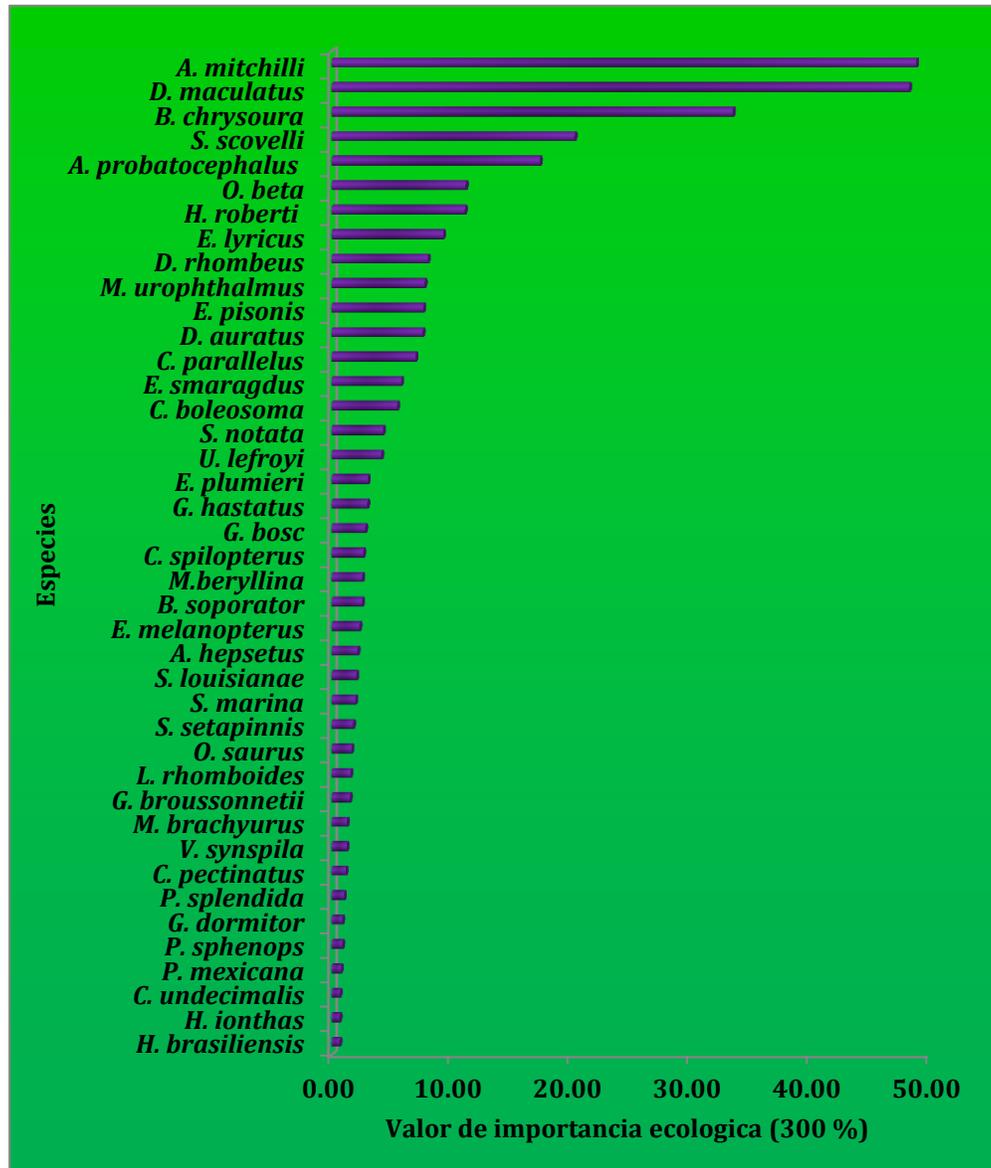


Fig. 173. Valor de importancia ecológica (%) de las especies colectadas.

RIQUEZA DE ESPECIES

La mayor riqueza específica se colectó en la estación 10 con 19 especies al este de La Redonda, seguido de la estación 1 con 18 especies al sureste de Mandinga y la estación 9, 6 y 5 con 17 especies cada una ubicadas al norte, noreste y sureste de la misma laguna respectivamente. Contrario a esto, las estaciones 2 y 3 ubicadas al sureste y suroeste de Mandinga fueron las que presentaron la menor riqueza específica con seis especies, seguido de la estación 15 al suroeste de La Redonda con ocho especies y finalmente la estación 8 al suroeste de Mandinga con nueve especies (Fig. 174 y 175).

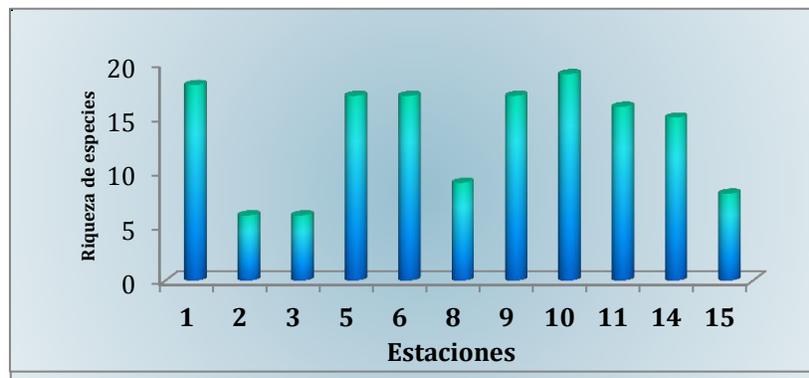


Fig. 174. Riqueza específica por estaciones de las especies colectadas.



Fig.175. Distribución de la riqueza específica por estaciones del sistema.

DIVERSIDAD ECOLÓGICA

La diversidad ecológica (H') de la densidad, en promedio fue de 1.48 nits, donde el valor más alto fue en la estación 6 ubicada hacia el noreste de Mandinga con 1.884 nits y una equitatividad de 0.66 seguida por la estación 9 ubicada hacia el noroeste de la misma laguna con 1.756 nits y la estación 15 ubicada al suroeste de La Redonda con 1.750 nits con una equitatividad de 0.61 y 0.84 respectivamente. La menor diversidad ecológica se estimó en la estación 3 ubicada al suroeste de Mandinga con 0.326 nits y una equitatividad de 0.18 y la 2 ubicada al sureste de la misma laguna con 1.071 nits y una equitatividad de 0.59 (Fig. 176 y 177).



Fig. 176. Representación de la diversidad ecológica (nits).

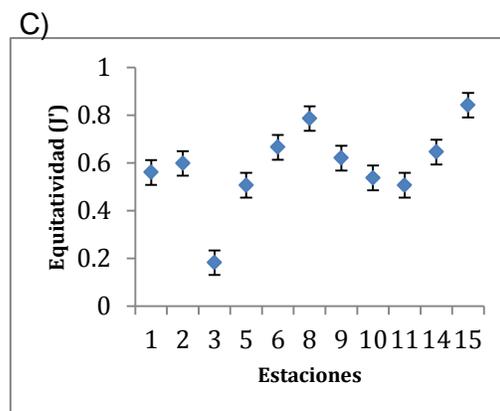
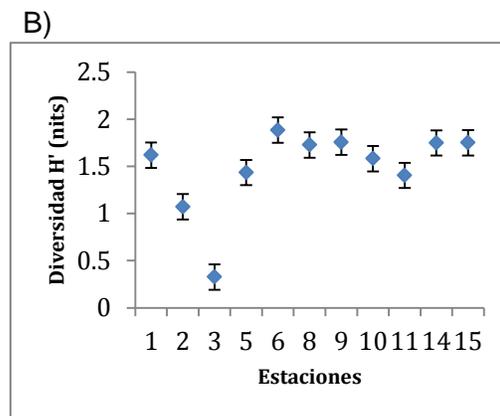
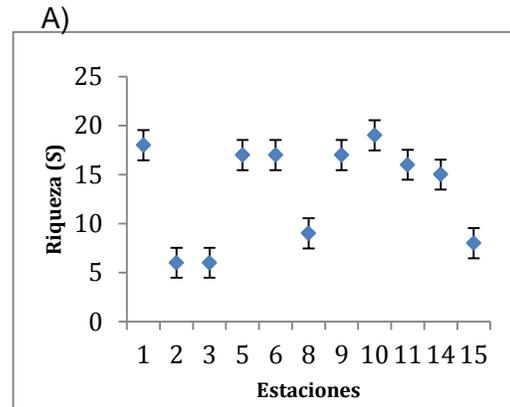


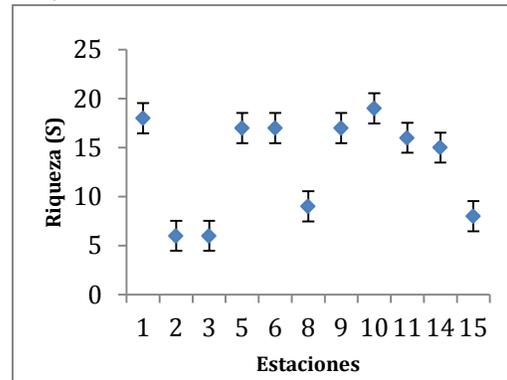
Fig. 177. A) riqueza (S), B) diversidad (H') y C) equitatividad (J') usando la variable densidad promedio de las estaciones del sistema lagunar.

La diversidad ecológica (H') de la biomasa, en promedio fue de 1.37 nits, donde el valor más alto fue en la estación 9 ubicada hacia el noroeste de Mandinga con 2.076 nits y una equitatividad de 0.73 seguida por la estación 10 ubicada hacia el este de La Redonda con 1.963 nits y la estación 11 ubicada al sur de la misma laguna con 1.955 nits con una equitatividad de 0.67 y 0.70 respectivamente. La menor diversidad ecológica se estimó en la estación 5 ubicada al sureste de Mandinga con 0.538 nits y una equitatividad de 0.18 seguida por la estación 8 ubicada hacia el suroeste de la misma laguna con 0.654 nits y la estación 3 ubicada al suroeste de la misma laguna con 0.815 nits con una equitatividad de 0.29 y 0.45 respectivamente (Fig. 178 y 179).

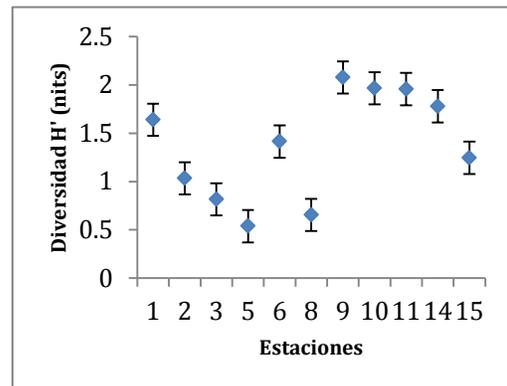


Fig. 178. Representación de la diversidad ecológica (nits).

A)



B)



C)

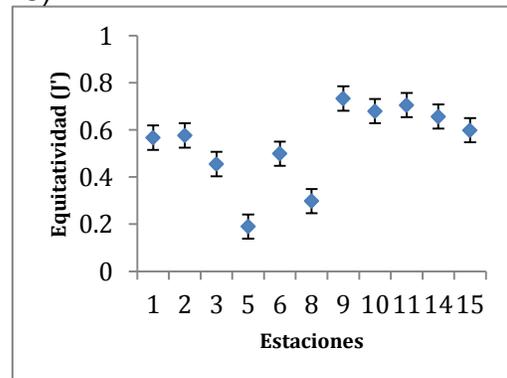


Fig. 179. A) riqueza (S), B) diversidad (H') y C) equitatividad (J') usando la variable biomasa promedio de las estaciones del sistema lagunar.

DISCUSIÓN

Se ha señalado que la distribución y abundancia de los peces que habitan en los estuarios se puede deber a una sinergia entre los factores bióticos como por ejemplo vegetación sumergida y abióticos como por ejemplo salinidad, temperatura, etc., influyendo en la composición de los ensambles de peces: la preferencia de hábitat, la relación depredador-presa, la disponibilidad de alimento y a menudo la biología reproductiva de las especies. (Ayala-Pérez *et al.*, 1998; Vega-Cendejas, 2004 y Zárate-Hernández *et al.*, 2007).

Batimetría

De acuerdo a la profundidad registrada, el SLM se considera como un cuerpo de agua somero como la mayoría de los sistemas de este tipo (Yáñez-Arancibia, 1986), teniendo mayor profundidad en comparación a lo que reporta Gómez-Sánchez (2013), para el año 2010 en temporada de secas y Reyes-Ascencio (2011), para el año 2009 en temporada de secas y 2008 en temporada secas y lluvias. La diferencia de profundidad en el SLM se puede deber al constante dragado que se hace al SLM para mantener el nivel de profundidad, adecuado para los diferentes tipos de actividades productivas que disminuye la aportación de los arroyos y de los escurrimientos a causa de la disminución de la aportación pluvial que caracteriza la temporada como lo indica Reyes-Ascencio (2011), aunque para el año 2010 el resultado puede deberse a que no se muestreo el sistema completo. Por otra parte coincide con Reguero y García-Cubas (1993) y Arena-Fuentes (2012), que reportan una profundidad promedio similar al presente estudio que no sobrepasa los dos metros.

Durante el periodo de estudio, la laguna La Larga y el estero El Conchal fueron la más profundas debido a que son adyacente a la barrera que conecta al sistema con el mar como consecuencia de la influencia de la marea y las corrientes generadas por el viento (Castellanos-Baltazar, 2002), tal como lo menciona Arenas-Fuentes (2012), que las mayores profundidades se presentan en las zonas próximas al encuentro con el océano o bien en las zonas más estrechas debido a la influencia de las corrientes, y va decreciendo hacia el sur de los sistemas lagunares.

Transparencia

Se registró un promedio de 79.33 cm coincidiendo con Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada de lluvias 2008 y secas 2009, estos cambios son



ocasionados por el aporte de terrígenos en suspensión en la época de lluvias con el aumento en el caudal de los arroyos, lo cual se manifiesta en el promedio de transparencia (Reguero y García-Cubas, 1993). Mientras que presentó valores más altos en comparación a la temporada de secas 2008.

Los valores más altos se registraron en la laguna de Mandinga y La Redonda, esto concuerda con Cabral-Tena (2007), que afirma que los registros más bajos se encuentran en las regiones de aporte de los ríos y los más altos hacia el interior de la laguna. Reyes-Ascencio (2011), afirma que existe un cambio a través del tiempo de este factor debido a que es fácilmente influenciado por las descargas de los afluentes y por la acción del viento.

Temperatura

Se registró un promedio de 27.75 °C clasificando al SLM como un cuerpo de agua cálido coincidiendo con lo reportado por Barrera-Escorcia (2006), durante un periodo de 1996-1998, Reyes-Ascencio (2011), durante temporadas climáticas de secas y lluvias 2008 y secas 2009, Arenas-Fuentes (2012), durante secas 2007 y Gómez-Sánchez (2013), durante secas 2010. Esto depende directamente de las condiciones meteorológicas registradas en el momento del muestreo, por lo que los valores más altos de temperatura superficial se explican básicamente por la disminución de la nubosidad, el aumento de la incidencia de radiación solar y la profundidad sobre el SLM (De la Lanza, 2001). Comparando los registros con diferentes autores se puede observar que el sistema no ha cambiado su temperatura a lo largo del tiempo ya que las temperaturas oscilan entre 16 °C y 32 °C.

En el presente estudio, la laguna La Larga, fue en la que se registraron las temperaturas más bajas, mientras que las temperaturas más altas se registraron en La Redonda, coincidiendo con Contreras-Espinosa *et al.* (2002), que indica que el aumento de la temperatura varía de acuerdo a la cercanía o alejamiento del mar o por la hora de muestreo, lo cual indica que la temperatura del agua se encuentra inversamente relacionada con la profundidad.

Oxígeno disuelto

Se caracterizó por ser hiperóxico, coincidiendo con Gómez-Sánchez (2013) y Gaeta-García (2011), que registraron valores promedios de 8.3 mg/L y 7.89 mg/L. Esto se puede deber a la actividad fotosintética del fitoplancton, en la columna de agua y de la vegetación sumergida, sobre todo de pastos marinos los cuales





contribuyen de manera importante en el aumento de la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua.

Además, el oxígeno disuelto muestra un patrón de variación inverso al de la temperatura, ya que su solubilidad depende de ésta además de la profundidad (Valdez-Holguín, 1994). Esto se observa en la laguna La Larga, que es la parte más profunda y a su vez, es la que tiene menor cantidad de oxígeno disuelto, mientras que la laguna de Mandinga presenta la mayor cantidad de oxígeno disuelto, coincidiendo con Wetzel (1981), que afirma que la baja concentración de la salinidad ocasiona que el oxígeno se solubilice en mayores concentraciones.

No obstante, en la mayoría de las lagunas costeras la sobresaturación de éste gas es frecuente, debido a la presencia de variadas fuentes de productores primarios, de los que sobresalen los pastos y el fitoplancton. Contreras-Espinosa (2001), menciona que en el caso de los ecosistemas costeros mexicanos, a pesar de que las altas temperaturas contribuyen a la disminución de la solubilidad del oxígeno y la depositación de materia orgánica hacia los sedimentos es considerable y ésta requiere de mucho oxígeno para su descomposición, no se llegan a propiciar concentraciones de oxígeno que se consideren limitantes para la biota ya que los vientos, las corrientes mareales, la poca profundidad y sobretodo la considerable productividad primaria hacen que las concentraciones oxígeno disuelto sean altas.

Salinidad

Una de las características más importantes en los ambientes estuarinos es la salinidad debido a sus grandes variaciones anuales, temporales o inclusive por mareas, variando extensivamente, esto es importante ya que afecta de manera directa a la distribución de los organismos o a la distribución de sus alimentos. Cuando se encuentra el agua dulce con el agua salada se forma una interfase en donde ambos tipos de agua se mezclan (Flores-Verdugo *et al.*, 2007) y debido a la poca profundidad en el SLM, este patrón puede encontrarse en toda la columna de agua, por lo que no se aprecian diferencias significativas en la salinidad superficial con respecto a lo registrado en el fondo (García-Ortega, 2013) y un claro ejemplo fue el presente estudio, en el que el SLM se caracterizó por ser considerado polihalino, ya que registró valores de salinidad desde 26.25 ups hasta 32.85 ups, coincidiendo con Gómez-Sánchez (2010), en la temporada de secas 2010, Castañeda-Morales (2013), en la temporada de secas 2009, Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada de secas 2008 y Arenas-Fuentes (2012), durante la temporada de secas 2007 que registraron promedios similares. Esto se debe a que en la temporada de secas la ausencia del efecto de las mareas, descarga de





los ríos y las altas temperaturas ocasionan la evaporación del agua lo que conllevaría una mayor concentración de sales (Contreras-Espinosa *et al.*, 2002), sin embargo, durante la temporada de lluvias de 2008 y Reguero y García-Cubas (1993), clasificaron al sistema como mesohalino, debido a que el aporte de agua dulce proveniente de ríos, de la escorrentía y de la misma precipitación disminuyen la salinidad que deriva de las mareas (García-Ortega, 2013).

En la laguna La Larga, se registró la mayor salinidad, en comparación con la laguna de Mandinga y La Redonda, debido a que su ubicación es adyacente a la línea de costa y al presentar una boca estrecha, la velocidad de las corrientes mareales se incrementa (Tarbuck y Lutgens, 2005), sin embargo, la distribución de la salinidad se restringió en las lagunas restantes por su relación con los ríos tributarios que les aportan agua dulce y, por la dirección de las corrientes de éstos (García-Ortega, 2013).

Conductividad

Se registró un promedio de 44.38 mS/cm coincidiendo con Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada de secas de los años 2009 y 2008, esto se puede deber a que los niveles de conductividad están en función de la salinidad y el aporte de aguas epicontinentales que durante época de secas, la conductividad aumenta al disminuir la afluencia de los ríos asociados con el sistema y al existir un aumento en la evaporación; sin embargo, en comparación a la temporada de lluvias del 2008 presentó un mayor registro. Esto es debido a que en la temporada de lluvias, el aporte fluvial de los diferentes afluentes y escurrimientos motiva a que la concentración de sales en el sistema disminuya y por consiguiente también su conductividad (Reyes-Ascencio, 2011).

pH

De acuerdo a lo registrado, el pH en promedio se puede considerar neutro ya que fue de 7.93, similar a lo registrado por Barrera-Escorcia (2006), durante un periodo de 1996–1998 y Reyes-Ascencio (2011), durante las temporadas climáticas de secas y lluvias 2008 y secas 2009. Las fluctuaciones que ese factor experimenta rara vez son significativas en aguas estuarinas debido a que el agua de mar incluso entrando en pequeñas cantidades tiende a equilibrar la acidez o alcalinidad que presentan las aguas dulces (Sevilla y Guadarrama, 2005).

Así, Contreras-Espinosa (2001), indica que valores de pH están determinados por el intercambio de CO₂ atmosférico y el agua generando ácido carbónico, siendo que la inestabilidad de este compuesto ocasione que existan siempre formas





carbonatadas disueltas en el agua como carbonatos y bicarbonatos asociados a elementos de carga positiva, por lo que al existir un mayor número de compuestos de carga negativa se provoca que el pH, en el agua de mar, resulte levemente alcalina.

Gravas

Desde el punto de vista ecológico, los sedimentos son uno de los componentes de mayor importancia ecológica dentro de los ecosistemas acuáticos porque juegan un papel relevante en el intercambio de sustancias químicas entre las fases particulada, disuelta y biológica (DeValls y Conradi, 2000). En el caso de las gravas el porcentaje registrado fue menor a lo reportado por Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada climática de secas 2009 y mayor a secas 2008.

De acuerdo con Arreguín-Sánchez (1982), la parte media de la laguna La Larga y gran parte de la laguna de Mandinga se caracterizan por su gran contenido de material gravoso, compuesto por restos de ostión y por restos de almejas y mitílidos, lo cual, coincide con el presente estudio, mientras que en La Redonda se registró menor porcentaje de gravas. Esto se puede deber a que la mayoría de gravas al tener mayor peso no alcanzan a llegar a esta laguna, por lo que, al norte del sistema estas van a ir disminuyendo en la laguna Redonda. Sin embargo, el hecho de que haya mayor porcentaje se puede deber a que se presentan actividades humanas de explotación de ostión y otros organismos.

Arenas

Las arenas registraron un promedio similar a lo reportado por Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada climática de secas y lluvias 2008 y secas 2009 donde las zonas con mayor porcentaje fueron en el centro de la laguna de Mandinga y en toda la laguna de La Redonda, mientras que en el presente estudio los porcentajes más altos fueron al norte y sur de La Larga y al este de La Redonda, afirmando lo que dice Arreguín-Sánchez (1982), que en la zona de comunicación con el mar y donde desemboca el arroyo de la laguna de Mandinga los sedimentos están compuestos en más del 90 % por arena, observándose esto también al sur de la laguna La Redonda.

La distribución que muestran los sedimentos se debe, por una parte, al movimiento de las masas de agua, por otra, a la presencia de organismos. En el primer caso se ven afectados los sedimentos finos, los cuales al ser transportados por la acción de las corrientes (de marea y fluviales) y por los vientos van a depositarse en las zonas de calma o bien, se acumulan en aquellos lugares donde





se presenta alguna barrera que impida su desplazamiento haciendo que estos sedimentos sean depositados a lo largo de todo el sistema de lagunas de Mandinga (Reyes-Ascencio, 2011).

Lodos

En los lodos se observó que los registros promedio fueron similar a lo reportado por Reyes-Ascencio (2011), durante la temporada climática de lluvias 2008, sin embargo, el presente estudio registró un menor porcentaje de lodos en comparación a la temporada de secas 2008. Los registros más altos, se encuentran al norte de La Larga y al sureste de Mandinga, esto se debe a la cantidad de vegetación presente y a las pequeñas islas conformadas por el dragado de la laguna en esta zona, mientras que el mínimo en el sur de La Larga, se debe a la dirección de las corrientes de agua, que empuja los sedimentos finos hacia el sur teniendo con lo reportado por Arreguín-Sánchez (1982), que hacia la parte norte y noroeste de la laguna La Redonda y en la parte central del borde oriental de la de Mandinga hay gran cantidad de material arcilloso (más del 40 %) mientras que en el resto del sistema se presentan arenas de tipo gravoso y fangoso.

La corriente de agua dulce, generalmente proveniente de ríos, aporta al sistema la mayor parte de sedimentos y nutrientes, el proceso de sedimentación de estos suele ser cíclico o eventual (Yáñez-Arancibia, 1986), además, los sedimentos pueden provenir del lavado de tierra continental en los alrededores de la laguna costera. A diferencia de los sedimentos más pesados, los más finos se mantienen flotando en la columna de agua, hasta que cesa el flujo de agua dulce, cuando son depositados y sedimentan en el suelo de las lagunas (McLusky, 1981).

Carbono orgánico total

El carbono orgánico tuvo un promedio de 1.23 %, clasificándolo como pobre de acuerdo a Muñoz-Iniesta *et al.* (2011). Aunque De La Lanza, (2001), afirma que el nivel está dentro de lo normal para un estuario que va de 0.5 % a 5 %, teniendo un mayor porcentaje a lo reportado por Reyes-Ascencio (2011), siendo el porcentaje más bajo durante la temporada de lluvias 2008. Esto se debe a que en la época de secas es cuando los patrones de circulación son escasos y hay una gran mortandad de las hidrófitas emergentes, lo que contribuye a aumentar los contenidos de CO. Coincidiendo con los resultados obtenidos por Calva-Benítez *et al.* (2009), que no encontraron diferencia en las concentraciones de carbono orgánico entre las épocas climáticas, y la temporada de lluvias fue la que presentó el promedio bajo con respecto a la temporada de secas. Esto contrasta con lo





reportado por Calva-Benítez *et al.* (2006), que al realizar un estudio para determinar el contenido de carbono orgánico y características texturales del sedimento en el sistema costero lagunar de Chantuto-Panzacola, Chiapas, encontraron diferencias, en el porcentaje de carbono orgánico en dos distintas temporadas (Lluvia y secas), siendo la temporada de lluvias la que mayor porcentaje de carbono orgánico presentó.

La concentración y distribución del CO dentro del ecosistema costero están determinadas por diferentes factores como la circulación del agua, el tamaño del grano del sedimento, la productividad biológica y la tasa de mineralización, ya que las concentraciones elevadas de este pueden obedecer a la presencia de compuestos carbonados refractarios, mientras que los labiles son mineralizados rápidamente (Canfield, 1994).

Las zonas de mayor CO se registraron al sur de La Larga y al este de La Redonda. La distribución del CO en el SLM puede estar relacionada a diversos factores como patrones de circulación, la distribución de los sedimentos, el tamaño del grano de los mismos y los aportes alóctonos de materia (Al-Ghadban *et al.*, 1994). Guo y Santschi (1997), encontraron que el contenido de CO en dos bahías decrece a partir de la zona de los aportes fluviales hacia las aguas marinas, denotando que el CO cambia de componentes principalmente terrestres hacia componentes fitoplanctónicos durante la mezcla estuarina. Sin embargo, Reyes-Ascencio (2011), explica que una fuente de los compuestos orgánicos está constituida por el material de origen terrígeno y el de las aguas residuales que es transportado por medio de los ríos a estos ecosistemas, lo cual es más parecido como sucede en el SLM, ya que no decrece el contenido de CO de los aportes fluviales hacia las aguas marinas debido a que los diversos afluentes y ríos que descargan al SLM no tienen una descarga importante.

Caracterización ecológica y área geográfica

Una de las características más importantes en los ambientes estuarinos es la salinidad debido a sus grandes variaciones anuales, temporales o inclusive por mareas, variando extensivamente, esto es importante ya que afecta de manera directa a la distribución de los organismos o a la distribución de sus alimentos.

En cuanto a la ubicación ecótica de las especies presentes en el sistema lagunar de Mandinga, predominaron las especies eurihalinas del componente marino (2A) con el 71 %, esto concuerda con García-Ortega (2013) y Gómez-Sánchez (2013), durante las temporadas climáticas de secas de 2007 al 2010 y lluvias del SLM que





reportaron que predominaron las especies eurihalinas del componente marino, seguidas por los habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y los dulceacuícolas secundarios y finalmente los estenohalinos.

Para el sistema los organismos que pertenecen a especies eurihalinas del componente marino, presentan una marcada dominancia y se colectan en mayor abundancia, ya que son capaces de tolerar cambios drásticos de salinidad como un mecanismo de aclimatación soportando márgenes de tensión fisiológica de las típicas y amplias fluctuaciones de salinidad (Salazar-Vallejo y González, 1993; Casto-Aguirre *et al.*, 1999). Esto concuerda con Inza-Flores (2009), que atribuye a factores físicos como la amplitud de la marea o disminución de las corrientes fluviales provocando un aumento en la salinidad que permita la entrada a estos organismos, ya que en cada año estas especies son las de mayor riqueza, debido a que algunas especies se consideran típicamente lagunares tal como el caso de *A. mitchilli* que lo reafirma Román-Hernández *et al.* (2006), utiliza el área del sistema para efectos de desove y como área de crianza y alimentación soportando amplias fluctuaciones de salinidad, además cumple un rol importante dentro de la ecología trófica del sistema, ya que su alta abundancia permite que sean aprovechadas como forraje, donde otras especies aprovechan para alimentar y estas a su vez son aprovechadas para interés comercial (Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez, 2002). Comparándolo con lo hecho por Franco-López *et al.* (2012), en Laguna de Alvarado las especies eurihalinas son la que predominan en el sistema, además de reportar especies como, *A. mitchilli*, *D. rhombeus*, *D. auratus*, *B. chrysourea* como las más abundantes en todo el ciclo que duró el estudio y lo realizado por Díaz-Ruiz *et al.* (2017), donde en la Laguna de la Mancha que al igual las especies eurihalinas fueron las que se registraron en mayor abundancia, resaltando la presencia de *A. mitchilli*, *B. ronchus*, *D. rhombeus*, donde *A. mitchilli* tuvo la mayor presencia en esta laguna. La similitud con estos sistemas, se puede deber a la constante entrada de agua proveniente del océano, además de que depende de la abertura de la boca de entrada y a la presencia de vegetación sumergida en estos sistemas, ya que influye en la composición de especies lo que deriva en una mayor riqueza de especies (Hook, 1991).

Las especies permanentes del conjunto estuarino-lagunar, se presentaron en menor cantidad en el sistema, sobresaliendo *D. maculatus*, *E. pisonis* y *E. lyricus*. De estas especies se tienen reportes para otros sistemas en el estado de Veracruz como el de Castillo-Rivera *et al.* (2003), González-Gándara *et al.* (2012) para Tuxpan y Abarca-Arenas *et al.* (2012), para las lagunas de La Mancha, Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamochoco, Alvarado, Sontecomapan y Ostión,





debido a que estas especies presentan mecanismos osmorreguladores, que les permiten vivir en ambientes de grandes cambios salinos, permitiéndoles invadir libremente tanto el medio continental como el marino, además de ser especies consumidoras de tercer orden (Díaz-Ruiz *et al.*, 2017), de ahí que habiten de forma permanente en el sistema y sean de importancia comercial ya que se distribuyeron de manera igual en la laguna de Mandinga y La Redonda.

En cuanto a la presencia de las especies dulceacuícolas secundarios, Castro Aguirre *et al.* (1999), mencionan que estas especies son comunes localizarlas dentro del medio estuarino-lagunar ya que tienen mecanismos osmorreguladores, en diversos grados, para tolerar por tiempos variables los ambientes marinos. Así la presencia de estas especies en el SML, se debe que al encontrar las condiciones favorables se quedaron en el sistema. Las especies dulceacuícolas secundarias que se presentaron en el sistema fueron *M. urophthalmus*, *P. mexicana*, *P. sphenops*, *P. splendida* y *V. synspila*.

M. urophthalmus cuentan con mecanismos de osmorregulación y tolerancia a las variables ambientales, ya que se distribuyeron de igual manera en la laguna de Mandinga y La Redonda, lo anterior coincide con lo reportado por Franco-López *et al.* (2012), quien registró para la Laguna de Alvarado a *M. urophthalmus*, además de otras especies dulceacuícolas como *C. aguadulce*, *T. helleri* y *P. mexicana*. La presencia de *P. mexicana* en este trabajo en el SLM, concuerda con Abarca-Arenas *et al.* (2012), quienes reportan que *P. mexicana* es la especie dulceacuícola de mayor registro en las lagunas de Veracruz, estando presente en Laguna Pueblo Viejo, Laguna Tamiahua, Laguna de la Mancha, Laguna de Mandinga, Laguna de Alvarado y Laguna de Sontecomapan.

La presencia de las especies estenohalinas del componente marino a los sistemas lagunares-estuarinos es ocasional y podría deberse principalmente a la acción de las mareas y a la facilidad de obtener alimento y quizá esto pudo ocurrir en el SLM ya que la incursión no guarda ninguna relación con los ciclos de vida de las diversas especies. Quiroga *et al.* (2002), afirman que estas especies penetran en estos sistemas en épocas de sequía, cuando las salinidades son altas y similares a las salinidades marinas, pudiendo incorporarse al sistema y aprovechar la gran cantidad de componentes alimenticios que brinda este ya que se colectaron en la laguna de Mandinga y La Redonda. Abarca-Arenas *et al.* (2012), que reportan que las especies estenohalinas marinas se presentaron en mayor número en los sistemas estuarinos y lagunares; y por ello le confieren tanta importancia a estos lugares. Asimismo, son el blanco de la pesca por los habitantes de las zonas, ya





sea como alimento personal o para su venta. Chávez-López *et al.* (2005), mencionan que para el Sistema Lagunar de Alvarado tuvieron el segundo lugar en la predominancia, reportando que en algunos ciclos cuando se disminuye el número de especies estenohalinas aumentan las eurihalinas.

En cuanto a su área geográfica la mayoría de las especies son pertenecientes al Atlántico occidental teniendo un 90.24 % seguido por la especie anfiatlántica con 7.31 % y finalmente la especie anfiamericana con un 2.43 %, esto se sustenta con lo reportado por Fuentes (1991), la cual reporta una mayoría de especies Atlántico occidentales en diversas lagunas del estado de Veracruz, donde existe una predominancia de especies eurihalinas con valores superiores al 60 % del total. Cabe aclarar que los límites biogeográficos no son siempre estrictos, en áreas muy particulares donde coexiste diversos componentes mixohalinos posición geográfica, régimen pluvial, evaporación, los peces casi por requerimiento deben tener una gran habilidad ecofisiológicas (osmorregulación) (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Distribución de la densidad y biomasa

Las especies que registraron las mayores densidades fueron *D. maculatus*, *A. mitchilli* y *S. scovelli*, *A. mitchilli* también presentó el valor más alto de biomasa; las especies con mayor biomasa después fueron *A. probatocephalus* y *O. beta*. La mayoría de las estaciones en donde se localiza la mayor densidad y biomasa de las especies, se ubican en la laguna Mandinga, cerca de la orilla de la laguna las cuales tienen características idóneas para la utilización de refugio y fuente de alimento gracias a la presencia de vegetación sumergida a las que varias de las especies mencionadas están asociadas a estos. *A. mitchilli* teniendo el segundo registro más alto de densidad y biomasa se debe a que esta especie completa su ciclo reproductivo en los sistemas lagunares, ello ocasiona que se renueve constantemente la población de esta especie, ya que dicha especie tiene un crecimiento rápido y poblacionalmente es de reproducción continua (Flores-Coto *et al.*, 1988), además consume una gran variedad de ítems alimenticios de entre los que sobresalen los copépodos (Ocaña-Luna, 2000), por lo que se cataloga como omnívora, eurífaga y generalista, mencionando además que dentro del ambiente del sistema los copépodos es uno de los grupos más abundantes, por lo cual se explica la gran abundancia de la especie (Rivera-Fernández, 2012). La alta densidad de *D. maculatus* se puede deber a que en el área, existen las condiciones favorables para que los individuos tanto reproductores, como larvas y juveniles puedan desarrollarse adecuadamente, al contar con fuentes alimenticias y vegetación sumergida, que son aprovechadas durante el lapso de tiempo que





pasan en la laguna ya que en sistemas naturalmente dinámicos, como los estuarios, las especies se adaptan a las condiciones ambientales cambiantes (Chin *et al.*, 2018).

Características comunitarias

Densidad relativa

Las especies con mayor densidad relativa fueron *D. maculatus* con 40.25 %, seguida de *B. chrysoura* con 14.64 % y *A. mitchilli* con 13.64 %, mientras que la menor densidad relativa la presentaron *H. brasiliensis*, *C. undecimalis*, *S. setapinnis*, *V. synspila*, *H. ionthas* y *P. mexicana* con 0.01 % cada una. En el caso de *B. chrysoura* y *A. mitchilli* se debe que al ser especies eurihalinas son capaces de tolerar grandes cambios de salinidad, lo que les facilita utilizar dos tipos de nicho: el nerítico y el estuarino obteniendo su alimento y refugio en las etapas juveniles. *D. maculatus* al ser una especie permanente del conjunto estuarino-lagunar posee un mecanismo osmorregulador muy desarrollado, lo que le permite vivir de forma permanente dentro de un ambiente de grandes cambios salinos (Castro-Aguirre *et al.*, 1999), pudiendo invadir libremente el ambiente marino y continental, además que esta especie desova en el sistema principalmente en zonas de vegetación sumergida o ribereña, en donde las larvas encuentran refugio y un ambiente propicio para su desarrollo y al ser una especie con una densidad relativamente alta y en conjunto con *A. mitchilli*, estos mecanismos adaptativos le proporcionan a una parte importante de la comunidad estuarina, cierta estabilidad ecológica, determinando la dominancia de algunas especies en el ecosistema (Blader, 2000), además podrían ser utilizadas como especies forrajeras para otras especies de interés comercial que visitan éste tipo de ambientes para alimentarse como lo indican Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez (2002). Para el caso de *B. chrysoura*, Bedia y Franco-López (2008), reportan que esta especie durante el verano se mueve áreas como son los estuarios para refugiarse y alimentarse y al encontrar una gran cantidad de alimento en la laguna de Mandinga permanecieron dentro del sistema.

Esto coincide con lo reportado por García-Ortega (2013), durante la temporadas de secas 2008 las especies con mayor densidad relativa fueron *E. lefroyi*, *A. mitchilli* y *D. maculatus*; durante la temporada de lluvias 2008 las especies con mayor densidad relativa fueron *D. maculatus* y *S. scovelli*. Para la temporada de secas de 2009, la densidad relativa fue mayor para *D. maculatus* seguidas por *C. boleosoma* y *S. scovelli* y finalmente en la temporada de secas de 2010, el mayor registro lo presentaron las especies *B. chrysoura* seguida por *D. maculatus*. Arenas-Fuentes (2012), reportó que durante secas 2007 la mayor densidad





relativa en cuanto a la ictiofauna fue registrada por *A. mitchilli* y *P. sphenops*. Por otra parte Inza-Flores (2009), reportó en la laguna de Sontecomapan que la especie con mayor densidad relativa durante las temporadas de secas 2005 y 2006 fue *D. maculatus*. Esto concuerda con Cruz-Gómez y Rodríguez-Varela (1993), ya que en un estudio en los estuarios de las costas del Estado de Veracruz, una de ellas Sontecomapan, mencionan que las familias Eleotridae, Gobiidae y Engraulidae, son las más abundantes en dichos sistemas.

Frecuencia relativa

Las especies más frecuentes fueron *D. maculatus* de 7.43 %, *A. mitchilli* y *B. chrysoura* de 6.76 % respectivamente y *A. probatocephalus* y *S. scovelli* de 6.08 % respectivamente. Esto se debe a que estas especies se registraron en más de ocho estaciones distribuidas en La Redonda y Mandinga, la mayoría se colectaron en donde hubo mayor porcentaje de carbono orgánico total y vegetación sumergida debido a que el papel ecológico de los pastos marinos es fundamental ya que proporciona un hábitat importante a una gran variedad de organismos y fuente de alimento. Esto sugiere que los factores ambientales con una influencia espacial, tales como la vegetación sumergida, pueden jugar un papel más importante en la estructuración de las comunidades de peces, que aquellos con una mayor influencia temporal, como la temperatura y los procesos de producción (Castillo-Rivera *et al.*, 2003), como el caso de *D. maculatus* que al ser una especie que se alimenta de vegetación sumergida, algas bentónicas y detritus, se localiza en toda La Redonda y Mandinga (Bedia y Franco-López, 2008).

Esto coincide con lo reportado por García-Ortega (2013), durante la temporada de secas 2007 las especies con mayor frecuencia relativa *C. parallelus* y *A. mitchilli*; durante la temporada de secas 2008 las especies con mayor valor fueron *A. mitchilli*, *S. notata* y *O. beta*; durante la temporada de lluvias 2008 fueron *B. chrysoura* y *S. scovelli*. Para la temporada de secas de 2009, se registraron *A. hepsetus* y *A. mitchilli* y finalmente en la temporada de secas de 2010, el mayor registro lo presentaron las especies *B. chrysoura*, *D. maculatus*, *S. scovelli*, *E. lyricus*, *A. mitchilli* y *E. lefroyi*, debido a que los cambios diarios en las agrupaciones de peces en los pastos marinos están principalmente estructuradas por la disponibilidad de alimento. Román-Hernández *et al.* (2006), reportaron en la laguna de Tampamachoco que la mayor frecuencia fue para la familia Engraulidae y Gobiidae. Inza-Flores (2009), en la laguna de Sontecomapan reportó como una de las especies con mayor frecuencia relativa para las temporadas de secas 2005 y 2006 y lluvias 2005, a *D. maculatus*, mientras que *A. mitchilli*, la registró con una frecuencia muy baja en la temporada de lluvias de 2005. Vargas-Maldonado *et al.*





(1980), realizaron un estudio durante temporada de lluvias 1976 y secas 1977 en La Laguna Términos y reportaron que en lluvias las especies dominantes fueron: *E. gula*, *A. rhomboidalis*, *B. chrysur*, *A. felis* y *S. testudineus*.

Dominancia relativa

La mayor dominancia la presentaron *A. mitchilli* de 28.48 %, *B. chrysur* 12.17 %, *A. probatocephalus* 9.37 % *H. roberti* 7.68 % y *O. beta* 7.66 %. Esto se puede deber a que durante la época de secas se registra una mayor estabilidad ambiental ya que los niveles de temperatura se incrementan, el volumen de descarga de los ríos disminuye, el dominio de los vientos del sureste con una periodicidad e intensidad homogénea y un aumento en la transparencia del agua, permite el ingreso de organismos con preferencias marinas que tienen tallas mayores y por lo tanto, el peso promedio de la comunidad se incrementa (Ayala-Pérez *et al.*, 2012). En el presente estudio *A. mitchilli*, *B. chrysur* y *A. probatocephalus* son unas de las especies más abundantes por lo tanto son las especies con mayor biomasa, y debido a que estas especies desovan en la vegetación sumergida, las larvas usan este ambiente para su desarrollo, lo que significa que el aumento de larvas está determinado por el ciclo biológico de las especies dominantes y las condiciones de cada sistema, lo que demuestra que la vegetación sumergida influye en la composición peces, a través de un incremento de la disponibilidad de los recursos tróficos y de la protección en contra de depredadores, lo que fortalece las tasas de crecimiento y reduce la mortalidad (Román-Hernández *et al.*, 2006). Santes-González (2010), explica que *O. beta* fue una de las especies que representaron los mayores valores de densidad y de biomasa; debido a las grandes tallas que alcanza, se ha registrado como una de las especies de mayor biomasa y emprende su proceso reproductivo a partir de la temporada de nortes marcadamente en enero extendiéndose hasta la temporada de secas, específicamente los meses de febrero, marzo y abril, siendo éste último mes como el fin de la temporada reproductiva (Santes-González, 2010).

Esto concuerda con lo reportado por García-Ortega (2013), que durante la temporada de secas 2008 y 2010 *B. chrysur* presenta la mayor dominancia, sin embargo, en secas 2007, 2009 y lluvias 2008 *C. parallelus*, *O. beta* y *M. urophthalmus* presentan la mayor biomasa respectivamente. Estas especies son marinas eurihalinas, a excepción de *M. urophthalmus*, que es representante de las especies dulceacuícolas secundarias, éste tipo de especies tienen la capacidad de tolerar aguas marinas o de cierta salinidad.





Valor de importancia ecológica

Con respecto a las características comunitarias en el sistema lagunar, las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron *A. mitchilli* y *D. maculatus* mientras que las especies con el menor valor de importancia fueron *H. ionthas* con 0.69 % y *H. brasiliensis* con 0.68 %. *D. maculatus* y *A. mitchilli*, son algunas especies de los que se presentan en todos los años debido a que estas especies se consideran típicamente lagunares tal como el caso de *A. mitchilli* que lo reafirma Román-Hernández *et al.* (2006), utiliza el área del sistema específicamente en la vegetación sumergida para efectos de desove y como área de crianza y alimentación soportando amplias fluctuaciones de salinidad. Otra característica por la cual la especie estuvo presente, se debe a que como lo mencionan Franco-López y Chávez-López (1992), esta especie completa su ciclo reproductivo dentro de las lagunas costeras y con ello renuevan las poblaciones en el sistema, es por esto que *A. mitchilli* es una de las especies ecológicamente más importantes dentro de los sistemas lagunares costeros de México ya que siendo de talla pequeña y de carácter planctófago, representa un eficiente y numeroso sistema concentrador de la energía dispersa en los pequeños organismos del micro y mesozooplankton y que por lo tanto no es accesible a los carnívoros, muchos de los cuales representan importantes recursos pesqueros (Flores-Coto *et al.*, 1988). En el caso de *D. maculatus* su presencia se debe principalmente a que esta especie se encuentran en aguas salobres esto concuerda con los resultados de Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez (2002), ya que esta especie presentó la mayor densidad al norte de la Redonda lo que puede sugerir que en esta área cuenta con las condiciones favorables para la especie, además, desarrolla un papel importante dentro de la ecología trófica de los sistemas lagunares, siendo que la presencia como larva a este ambiente sirven como alimento para especies de tallas superiores y de interés. Para el caso de *H. ionthas* solo se colectó en una sola estación esto se debe posiblemente al ser del componente marino estenohalino haya sido arrastrada por la acción de las mareas y al encontrar alimento permanecieron dentro del sistema tal como lo menciona Castro-Aguirre *et al.* (1999).

Riqueza de especies

En la presente investigación, la riqueza total fue 41 especies, una de las características más importantes en los ambientes estuarinos es la salinidad debido a sus grandes variaciones anuales, temporales o inclusive por mareas, variando extensivamente, esto es importante ya que afecta de manera directa a la distribución de los organismos o a la distribución de sus alimentos, aparte de la salinidad, se ha señalado que en los ecosistemas acuáticos la vegetación





sumergida genera una heterogeneidad espacial que deriva en una diversificación de hábitat, lo que permite la existencia de una mayor riqueza y diversidad de peces (Hook, 1991). García-Ortega (2013), afirma que el SLM al caracterizarse por poseer un ambiente de cambio continuo permite el establecimiento de organismos con diferentes características y requerimientos dados en particular por la biología de cada uno de los individuos que habitan en estos sitios. La riqueza específica fue alta en comparación con lo reportado por diversos autores en el SLM como Gaeta-García (2011), durante lluvias 2008 con 39 especies; Arenas-Fuentes (2012), durante secas 2007 con 26 especies; Rivera-Fernández (2012), durante secas 2008 con 28 especies y Castañeda-Morales (2013), durante secas 2009 con 31 especies. Esto puede deberse como lo mencionan Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000), a las diferencias en las estrategias de recolección, que incluyen: el uso de artes de pesca de distinto tipo y selectividad, la ubicación de los sitios de recolecta con respecto a los distintos microhábitats presentes en el área, y las diferencias en la intensidad de las recolectas como duración de los períodos de muestreo, distribución temporal y frecuencia de las recolectas, número de estaciones, número de lances, tamaño de las superficies de barrido, etc.

Espacialmente, la zona en la que se registró una mayor riqueza específica fue al este de La Redonda con un total de 19 especies, coincidiendo con Arenas-Fuentes (2012), que durante la temporada de secas 2007 la estación con más riqueza específica fue la 10, esto se puede deber a que en dichas áreas existen las condiciones más favorables así como una mayor cantidad de vegetación sumergida, permitiendo que un mayor número de especies aprovechen estos recursos para desove, protección y alimento (Gaeta-García, 2011), ya que el segundo registro más alto se encuentra al sureste de Mandinga y esto se relaciona con el porcentaje registrado de CO cuyos registros altos se encuentran en las mismas zonas (Fig. 37). Esto coincide con Castillo-Rivera *et al.* (2003), donde registran que la riqueza de especies presentara valores significativamente más altos en zonas con vegetación sumergida, de igual forma mencionan que la vegetación sumergida genera una heterogeneidad espacial que deriva en una diversificación del hábitat, lo que permite la existencia de una mayor riqueza y diversidad.

Diversidad ecológica

La diversidad ecológica usando a la densidad de las especies del sistema fue de 1.48 nits, mientras que la diversidad usando a la biomasa fue de 1.37 nits, comparándolo con Gaeta-García (2011), durante lluvias 2008 que registró un valor





mayor de 1.7 nits; la diversidad del año 2011 fue baja, sin embargo, Arenas-Fuentes (2012), registró una diversidad de 1.31 nits siendo mayor secas 2011; Castañeda-Morales (2013), reportó que la diversidad de secas 2009 en chinchorro fue de 1.66 nits y en renfro fue de 0.97 nits, debido a que en la red renfro se colectaron dos especies sumamente dominantes en comparación con chinchorro. De acuerdo a otros trabajos de sistemas lagunares Castillo-Rivera *et al.* (2003), registró para la laguna de pueblo una diversidad de 1.17 nits y Ortiz (2005), en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, durante un ciclo anual (1989-1990), obtuvo un valor de 1.36 nits. Demostrando que la diversidad del SLM en otros sistemas lagunares es alta en este periodo.

Espacialmente los valores más altos de diversidad ecológica usando la densidad se registraron al noreste y noroeste de la laguna de Mandinga en la estación 6 y 9 respectivamente, mientras que los valores más altos usando la biomasa se registraron al noreste de la misma laguna y al este de La Redonda en las estaciones 9 y 10 respectivamente. Esto se debe a que en estos sitios existe vegetación sumergida la cual influye en la composición de especies, lo que sugiere que la vegetación sumergida, puede ser más importante en la diversidad de la comunidad, que factores con influencia temporal, como la temperatura, precipitación y procesos de producción.

En los ecosistemas que se caracterizan por su variación ambiental, como lo son las lagunas costeras, se presentan fenómenos que limitan el proceso de la diversidad, esto es, que tienden a favorecer la presencia de pocas especies, pero abundantes, dado que se han adaptado exitosamente a las condiciones cambiantes de tales sistemas, dando como resultado a especies con poblaciones muy numerosas, de crecimiento rápido, con alta reproductividad, con ciclos de vida cortos, bajo almacenamiento de tejido corporal por individuo y sumamente resistentes a las fluctuaciones de las características ambientales (Contreras-Espinosa *et al.*, 2002; Arenas-Fuentes, 2012).

Consideraciones finales

El SLM presenta condiciones complejas que resultan ser favorables para el desarrollo y establecimiento de diversas especies de peces tanto espacial como temporalmente, para las distintas poblaciones que lo habitan ya sea de forma permanente o en algún lapso de su ciclo de vida debido a sus factores ambientales, características físicas y químicas que se ostentan en este sistema a través de los años, permitiendo que algunas especies de peces sean dominantes gracias a la alta productividad primaria y vegetación sumergida que les permite el





cuidado y recursos tróficos lo que influye de forma directa la riqueza, densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia lo que a su vez impacta en los patrones espaciales y temporales de la diversidad ecológica del sistema.

Es por eso que éste trabajo representa una contribución al entendimiento de la comunidad de peces del SLM brindando información básica sobre el conocimiento de las especies que aquí se encuentran, su distribución, composición y abundancia en términos de densidad y de biomasa, a su vez constituye un apoyo fundamental para futuras investigaciones para que de esta manera se pueda describir más claramente la dinámica de la comunidad estudiada ya que el sistema alberga una gran cantidad de peces con importancia no solamente ecológica, sino además comercial (anchoas, mojarras, sardinas, robalos, etc.) por lo que se debe proponer acciones que permitan su medición, control y seguimiento de manera que estas áreas se puedan optimizar y controlar, ya que las lagunas se encuentran en peligro debido, a la circulación interior por el dragado y al aumento de la población de personas aledañas al lugar, afectando de manera importante en la distribución y abundancia de los individuos que habitan en esos sistemas.





CONCLUSIONES

- En la presente investigación, el Sistema Lagunar de Mandinga se caracterizó como somero, cálido, hiperóxico y polihalino. Siendo éstas, características típicas de la temporada de secas.
- Se colectaron un total de 17 familias, 34 géneros y 41 especies, lo cual es considerada como alta.
- La composición ictiofaunística de acuerdo a la caracterización ecológica se constituyó por el 71 % de especies eurihalinas del componente marino, 12 % de especies dulceacuícolas, 12 % de especies permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 5 % de especies estenohalinas del componente marino.
- La composición ictiofaunística de acuerdo al área geográfica se constituyó por el 90 % de especies exclusiva del Atlántico occidental, 7 % de especies anfiatlántica y 1 % de especies anfiamericanas.
- Las especies colectadas que presentaron una mayor distribución y densidad fueron *D. maculatus* y *A. mitchilli*.
- Las especies colectadas que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron *A. mitchilli*, *D. maculatus* y *B. chysoura*.
- La riqueza de especies fue alta con 39 especies para una temporada.
- La diversidad ecológica considerando la densidad y biomasa fue baja con un valor de 1.48 nits y 1.37 nits respectivamente.





LITERATURA CITADA

- Abarca-Arenas, L. G., J. Franco-López, C. González-Gándara y G. Silvia-López. 2012. Los peces de la costa veracruzana: relación especies-área y conectividad entre sitios. *Temas selectos en honor al Dr. José Luis Castro Aguirre*. Universidad Nacional Autónoma de México. 127- 158 p.
- Al-Ghadban, A. N., P. G. Jacob y F. Abdali. 1994. Total organic carbon in the sediments of the Arabian Gulf and Need for biological productivity investigations. *Marine Pollution Bulletin*. 28: 356-362.
- Arenas-Fuentes, J. E. 2012. *Análisis de la distribución y abundancia espacial de la comunidad ictiofaunística del Sistema Lagunar de Mandinga Ver., durante la temporada climática de secas del 2007*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 97 p.
- Arreguín-Sánchez, F. 1982. Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Veracruz, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 26 (1-4): 111-134.
- Ayala-Pérez, L. A., O. A. Avilés-Alatristerre y J. L. Rojas-Galaviz. 1998. Estructura de la comunidad de peces en el sistema Candelaria-Panlau, Campeche, México. *Revista Biología Tropical*. 46 (3): 63-78.
- Ayala-Pérez, L. A., G. J. Terán-González, D. Flores-Hernández, J. Ramos-Miranda y A. Sosa-López. 2012. Variabilidad espacial y temporal de la abundancia y diversidad de la comunidad de peces en la costa de Campeche, México. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 40 (1): 63 – 78.
- Barrera-Escorcia, G. 2006. *Toxicidad del cromo y cadmio en ostión Crassostrea virginica (Gmelin) de la Laguna de Mandinga, Veracruz*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México. 252 p.
- Bedia, S. C. y J. Franco-López. 2008. *Peces de los sistemas costeros del estado de Veracruz*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM. México. 508 p.
- Blader, J. M. S. 2000. *Tropical estuarine fishes ecology, exploitation and conservation*. Blackwell Science, CSIRO, Marine Research Cleveland, Queensland, Australia. 372 p.
- Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. Von Ende. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4th ed. Mc Graw-Hill. USA. 273 p.
- Cabral-Tena, R. A. 2007. *Hidrología del sistema lagunar de Sontecomapan, Veracruz durante la temporada de secas y lluvias 2005 y secas 2006*. Tesis de licenciatura. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 102 p.
- Canfield, D. E. 1994. Factors influencing organic carbon preservation in marine sediments. *Chemical Geology*. 114 (3): 315-329.





- Calva-Benítez, L. G., A. Pérez-Rojas y A. Z. Márquez- García. 2006. Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del Sistema Costero Lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas. *Hidrobiológica*. 16 (2): 127-136.
- Calva-Benítez, L. G., R. Torres-Alvarado y J. C. Cruz-Toledo. 2009. Carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del Sistema Costero Lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas. *Hidrobiológica*. 19 (1): 33-42.
- Castañeda-Morales, J. 2013. *Caracterización y evaluación ecológica de la ictiofauna en los estadios larval, juvenil y adulto del Sistema Lagunar de Mandinga durante la temporada de secas del año 2009*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 202 p.
- Castellanos-Baltazar, A. 2002. *Caracterización hidrológica de la laguna de Sontecomapan, Veracruz*. Tesis de licenciatura. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 120 p.
- Castillo-Rivera, M. Zárate y L. Sanvicente. 2003. Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 13 (4): 289-298
- Castro-Aguirre, J. E., H. Espinosa-Pérez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Limusa. México. 711 p.
- Chávez, S. 1980. *Elementos de oceanografía*. 4a ed. Compañía Editorial Continental, S. A. México. 127 -136 p.
- Chávez-López, R., A. Rocha-Ramírez y A. Ramírez-Rojas. 2005. Cambios en los ensamblajes de peces del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista Digital Universitaria*. 6 (8): 1-19.
- Chin, A. T., J. Linke, M. Boudreau, M. H. Thériault, S. C. Courtenay, R. Cormier y M. J. Fortin. 2018. Beta diversity changes in estuarine fish communities due to environmental change. *Marine Ecology Progress Series*. 603. 161-173.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E: Plymouth. 177 p.
- Contreras-Espinosa, F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F. 263 p.
- Contreras-Espinosa, F. 2001. *Caracterización de lagunas costeras mexicanas a través de variables ecológicas seleccionadas*. Tesis de doctorado (Ciencias Biológicas). Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México. 95 p.
- Contreras-Espinosa, F., O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2002. Caracterización e importancia de las lagunas costeras. 31-43 pp. En: Guzmán-Amaya, P., C. Quiroga-Brahms, C. Díaz-Luna y D. Fuentes-Castellanos (Coords.). *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana. México. 434 p.





- Cruz-Gómez, A. y A. C. Rodríguez-Varela. 1993. Estudios ictioplanctónicos en los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. *Resúmenes XII Congreso Nacional de Zoología*. 97.
- De la Lanza, E. G. 1994. Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano. 127-198 pp. En: De la Lanza, E. G. y C. Cáceres M. (Eds.). *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 531p.
- De La Lanza, E. G. 2001. *Características físico-químicas de los mares de México*. Plaza y Valdes editores, México. 149 p.
- Díaz-Ruiz, S., A. Aguirre-León, E. Mendoza-Sánchez y A. L. Lara-Domínguez. 2017. Factores ambientales que influyen en la ictiofauna de la laguna La Mancha, sitio Ramsar, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 66 (1): 246-265.
- DelValls, T. A. y M. Conradi. 2000. Avances en ecotoxicología marina: comparación entre tests de laboratorio y estudios *in situ* para la evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos. *Ciencias Marinas*. 26 (1): 39-64.
- Durán, R. y M. Méndez. 2010. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. CICY. PPD-FMAM. CONABIO. SEDUMA. 157-158 pp.
- Espinosa-Pérez, H., M. T. Gaspar y P. Fuentes-Mata. 1993. *Listados faunísticos de México III*. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 99 p.
- Espinosa-Pérez, H., L. Huidobro, C. Flores-Coto, P. Fuentes-Mata, R. Funes-Rodríguez. 2008. Peces. 1-3 pp. En: Ocegueda, S y J. Llorente-Bousquets (Coords.). *Catálogo taxonómico de especies de México, en Capital natural de México, conocimiento actual de la biodiversidad* vol. I. CONABIO. México. CD1.
- Flores-Coto, C., A. Ocaña-Luna, A. Luna-Calvo y F. Zavala-García. 1988. Abundancia de algunas especies de anchoas en la laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 15 (1): 125-134.
- Flores-Verdugo, F. J., C. M. Agraz-Hernández y D. B. Pardo. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. En: Sánchez, O., M. Herzing, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (eds.). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. SEMARNAT, INE, United States Fish y Wildlife Service, Unidos para la Conservación A. C. Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. 158 p.
- Franco-López, J. y R. Chávez-López 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 2 (1-2): 53-63.
- Franco-López, J., L. G. Abarca-Arenas, C. Bedia-Sánchez, H. Barrera-Escorcía y G. Silva-López. 2012. Comportamiento de la comunidad ictiofaunística, ante los





- cambios ambientales a nivel local y regional en la laguna de Alvarado. *Investigación ictiológica en México*. 19: 259-283.
- Fuentes, M. P. 1991. Diversidad ictiofaunística en sistemas lagunares de México. 66-73 pp. En: Figueroa, M. G., C. Álvarez., A. Esquivel y M. E. Ponce (Eds.). 1991. *Físico-química y biología de las lagunas costeras mexicanas*. D. C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. Serie Grandes Temas de Hidrobiología 1.
- Gaeta-García, D. Z. 2011. *Distribución de la densidad y biomasa de la ictiofauna a nivel larval, juvenil y adulto del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz durante la temporada de lluvias del 2008*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 117 p.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México. 98 p.
- García-Ortega, D. M. 2013. *Ictiofauna del Sistema Lagunar de Mandinga Veracruz, México: composición, distribución y abundancia*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 338 p.
- Gómez-Sánchez. J. E. 2013. *Composición y variación espacio-temporal de la comunidad de peces en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México del año 2007 al 2010*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 115 p.
- González-Gándara, C., V. De la Cruz-Francisco, J. J. Salas Pérez y C. Domínguez-Barradas. 2012. Lista de los peces de Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12 (3): 675-689.
- Guo, L. D. y P. H. Santschi. 1997. Isotopic and elemental characterization of colloidal organic matter from the Chesapeake Bay and Galveston Bay. *Marine Chemistry*. 59 (2): 1-15.
- Guzmán-Amaya, P., S. Villanueva F. y A. V. Botello. 2005. Metales pesados en tres lagunas costeras del estado de Veracruz. 361-372 pp. En: Botello A. V., J. Rendón-von O., G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y tendencias*. 2a ed. Universidad Autónoma de Campeche. UNAM. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Guzmán-García, X., G. Barrera-Escorcía y I. Wong-Chang. 2005. Efectos del almacenamiento en la calidad sanitaria del ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) de la laguna de Tamiahua, Veracruz. 525-534 pp. En: Botello A. V., J. Rendón-von O., G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. 2a ed. Universidad Autónoma de Campeche. UNAM. Instituto Nacional de Ecología. 696 p.





- Hook, J. 1991. Seasonal variation in relative abundance and species diversity of fishes in South Bay. *Contributions in Marine Science*. 52: 127-141.
- Inza-Flores, A. 2009. *Estudio de la comunidad ictiofaunística en la laguna de Sontecomapan, Veracruz*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México. 262 p.
- Kobelkowsky, D. A. 1991. Ictiofauna de las lagunas costeras del estado de Veracruz. 74-90 pp. En: Figueroa, M. G., C. Álvarez., A. Esquivel y M. E. Ponce (Eds.). 1991. *Físico-química y biología de las lagunas costeras mexicanas*. D. C. B. S., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. Serie Grandes Temas de Hidrobiología 1.
- Krebs, C. J. 2014. *Ecological methodology*. 3rd ed. (in prep). 745 p.
- Lara-Domínguez, A. L. y A. Yáñez-Arancibia. 1999. Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. 155-166 pp. En: Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez (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.
- Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; R. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. 2009. *Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO. México. D.F. 17 p.
- McLusky, D. S. 1981. *The estuarine ecosystem*. Chapman y Hall. New York. 193 p.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press, U. S. A. 490 p.
- Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall y S. L. Richardson. 1984. *Ontogeny and systematics of fishes. Based on an International Symposium dedicated to the memory of Elbert Halvor Ahlstrom*. American Society of Ichthyologists. Special Publication number 1. California, U. S. A. 760 p.
- Muñoz-Iniesta, D. J., A. Mendoza-Cantú, F. López-Galindo, A. Soler Aburto y M. M. Hernández-Moreno. 2011. *Edafología. Manual de métodos de análisis de suelos*. 6a ed. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 82 p.
- Nelson, J. S., T. C. Grande, y M. V. Wilson. 2016. *Fishes of the world*. 5th ed. John Wiley & Sons. New Jersey, USA. 705 p.
- Ocaña-Luna, J. A. 2000. *Alimentación del ictioplancton de lagunas costeras de Veracruz y Tamaulipas*. Tesis de doctorado (Ciencias biológicas). Facultad de Ciencias. UNAM. México. 124 p.
- Ortiz, B. G. S. 2005. *Estructura de la comunidad de peces en un ambiente con vegetación sumergida de una laguna costera tropical*. Tesis de Licenciatura.





División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, UAM, México.
104 p.

- Peresbarbosa-Rojas, E. 2005. *Planeación para la conservación de la costa de Veracruz*. Pronatura Veracruz y The Nature Conservancy. Xalapa, Veracruz. 91 p.
- Pérez-Hernández, M. A. y R. Torres-Orozco. 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. *Hidrobiológica*. 10 (2): 74-83.
- Quiroga, B. C., A. Valdéz-Guzmán, I. Hernández-Tabares, M. García-Gómez, y P. Guzmán-Amaya. 2002. Peces ribereños. 155-165 pp. En: Guzmán, A. P., C. Quiroga., C. Díaz., D. Fuentes., C. M. Contreras y G. Silva. (Coord.). 2002. *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Pesca y Universidad Veracruzana. México. 434 p.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1993. Moluscos del complejo lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *Hidrobiológica*. (1-2): 41-70.
- Reyes-Ascencio, O. U. 2011. *Hidrología del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, durante las temporadas climáticas de secas y lluvias 2008 y secas 2009*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 135 p.
- Rivera-Fernández, A. 2012. *Características tróficas de la ictiofauna juvenil y adulta del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz durante la temporada de secas del 2008*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 164 p.
- Rodríguez-Varela, A. C. y A. Cruz-Gómez. 2002. Ictioplancton en los ecosistemas estuarino-lagunares. pp. 85-95. En: Guzmán, A. P., C. B. Quiroga, C. L. Díaz, D. C. Fuentes, C. M. Contreras y G. L. Silva (Coords.). 2002. *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Veracruzana. México. 460 p.
- Rodríguez-Varela, A. C., D. Z. Gaeta-García y A. Cruz-Gómez. (En prensa). *Larvas, juveniles y adultos de peces de sistemas lagunares estuarinos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 385 p.
- Román-Hernández, U., J. Valdez-Zenil y F. Zavala-García. 2006. Composición y abundancia del ictioplancton durante la temporada de estias en la laguna de Tampamachoco. Veracruz, México. *UDO Agrícola*. 6 (1):138-149
- Rivera-Fernández, A. 2012. *Características tróficas de la ictiofauna del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz durante la temporada de secas del 2008*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México. 163 p.





- Ruiz, V. H. 2004. Peces: generalidades sobre la biología y clasificación. 255 pp. En: Werlinger, C., K. Alveal y H. Romo. 2004. *Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos*. Trama impresores S.A. Chile. 696 p.
- Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González. 1993. Panorama y fundamentos para un programa nacional. 6-38 p. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González. 1993. *Biodiversidad Marina y Costera de México* CONABIO y CIQRO, México.
- Santes-González, A. G. 2010. *Aspectos Biológicos y Ecológicos de Opsanus beta en Pastos Sumergidos en la Laguna de Alvarado, Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 61 p.
- Sevilla, M. L. y R. Guadarrama. 2005. *Elementos de ecología marina*. Instituto Politécnico Nacional. México. 174-179 pp.
- Tarback, E. J. y F. K. Lutgens. 2005. *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la Geología física*. Pearson Prentice Hall. 8ª ed. 710 p.
- Valdez-Holguín, J. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila a , en una laguna hipersalina del Golfo de California . *Ciencias Marinas*. 20 (2): 123-137.
- Vargas-Maldonado, I., A. Yáñez-Arancibia y F. Amezcua-Linares. 1980. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la isla del Carmen, laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *Anales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 7 (1): 69-94.
- Vega-Cendejas, A. E. 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*. 75 (1): 193-206.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. España. 112-139 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos*. AGT editor. México. 127-154 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua y J. W. Day. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon a tropical estuary in the southern Gulf of México. 465-484 pp. En: Kennedy, V. (Ed.). *Estuarine Perspectives*. Academic Press Inc. New York. 556 p.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 931 p.
- Zárate-Hernández R., A. Aguirre-León, S. Ortiz-Burgos y M. Castillo-Rivera. 2007. Ecomorfología de Peces estuarinos del Golfo de México. *Revista de Educación en Ciencias Básicas e Ingeniería*. 66: 12-20.





Citas electrónicas

- World Meteorological Organization's International Cloud Atlas. 2018. [en línea]. <<https://cloudatlas.wmo.int/home.html> > [Consultado: 24 de septiembre del 2018].
- WoRMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. [en línea] <<http://www.marinespecies.org> > at VLIZ. Doi: 10.14284/170. [Consultado: 28 de junio del 2018].
- INEGI. 2010a. Compendio de información geográfica municipal 2010, Alvarado, Veracruz de Ignacio de la Llave. [en línea] <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>> [Consultado 22 de septiembre 2018].
- INEGI. 2010b. Compendio de información geográfica municipal 2010, Boca del Río, Veracruz de Ignacio de la Llave. [en línea] <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>> [Consultado 22 de septiembre 2018].
- INEGI. 2010c. Compendio de información geográfica municipal 2010, Medellín, Veracruz de Ignacio de la Llave. [en línea] <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>> [Consultado 22 de septiembre 2018].
- INEGI-SIATL. 2018. Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas. [en línea] <http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#> [Consultado: 24 de septiembre del 2018].

