



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
Laboratorio de Ecología de Peces

**Composición y variación espacio-temporal de la
comunidad de peces en el Sistema Lagunar de
Mandinga, Veracruz, México del año 2007 al
2010.**

T E S I S

Que para obtener el título de:

BIÓLOGO

Presenta

JESÚS EMMANUEL GÓMEZ SÁNCHEZ

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela

Directora de tesis

M. en C. Adolfo Cruz Gómez

Codirector de tesis

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

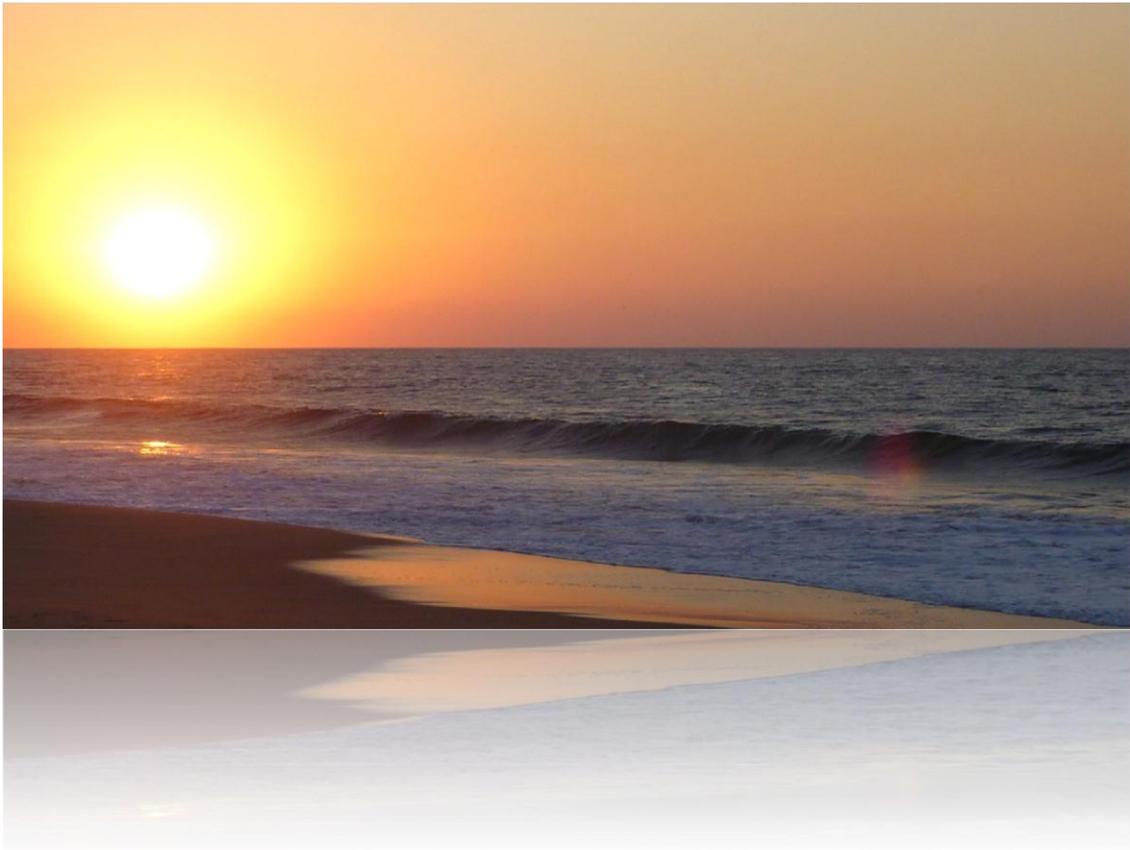
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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.



Lo que sabemos es una gota de agua;

Lo que ignoramos es un océano.

Isaac Newton

Agradecimientos

De verdad quisiera mencionar a todas las personas que de alguna forma me han dado su apoyo para la realización de este trabajo, pero podría llenar cien hojas y aun así creo que no terminaría con la lista.

En primer lugar me gustaría mencionar a las generaciones de estudiantes de biología del 2007 al 2010 que gracias a su trabajo realizado en Metodología Científica VI se logro recopilar la base de datos que me permitió hacer este estudio.

La siguiente persona que quiero agradecer es a la Bióloga Asela del Carmen Rodríguez Valeria, la cual fungió como asesora, maestra y amiga, brindándome su tiempo, conocimiento y sobre todo su paciencia, así como su apoyo y estímulo constante en todas las actividades realizadas. Al mismo tiempo menciono a mis sinodales, M. en C. Adolfo Cruz Gómez, M. en C. Rafael Chávez López, Biol. Carlos Manuel Bedia Sánchez y el Dr. Sergio Chazaro Olvera por la aceptación, revisión y los consejos que me brindaron a en la realización del trabajo.

A mis amigos que me acompañaron a lo largo de la carrera y me hicieron más ameno este camino, gracias por soportaron mis largas y repetidas pláticas de mi tema de tesis, mis malos chistes y sobre todo por su amistad. No mencionare nombres aquí tampoco porque son muchos y no me gustaría omitir alguno, pero ustedes saben lo mucho que los aprecio.

Y muy en especial agradezco a mi familia, los más importantes para mí; mis padres Jesús Gómez Domínguez y Lucía Sánchez Vidal, por su total apoyo y cariño a lo largo de toda mi formación, ya que es por ustedes que he logrado llegar hasta aquí, a mi hermano Fabián Gómez Sánchez, quien es mi mejor amigo, de verdad muchas gracias.



ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS PARTICULARES	5
ANTECEDENTES	6
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MATERIALES Y MÉTODO.....	12
RESULTADOS	27
Parámetros fisicoquímicos.....	27
Batimetría	27
Temperatura del agua	30
Salinidad	33
Oxígeno disuelto	36
Características ecológicas.....	38
Arreglo filogenético	38
Ubicación Ecológica	43
Valor de Importancia Ecológica	76
Diversidad ecológica.....	81
Clasificación y Ordenación ecológica.....	86
DISCUSIÓN.....	96
Características hidrológicas.....	96
Características de la comunidad.....	99
CONCLUSIONES	107
REFERENCIAS.....	109



RESUMEN

Se estudió la composición y variación espacio-temporal de la comunidad de peces en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, en las temporadas de secas del 2007 al 2010 y la temporada de lluvias del 2008. Los muestreos se realizaron de manera estratificada en 20 estaciones con la utilización de una red Renfro de 70 cm x 140 cm (malla de 700 μ m) y un chinchorro de 30 m de longitud, 1.5 m de alto, con una abertura de malla de 0.5 pulgadas. Se registraron parámetros fisicoquímicos que además de su tratamiento, los que más influyen en la comunidad íctica, fueron parte del análisis de componentes principales. Se determinó la densidad, biomasa, riqueza específica, dominancia, valor de importancia ecológica, diversidad ecológica y equitatividad, de igual forma se aplicó un análisis de clasificación ecológica. Los registros fisicoquímicos indican que el sistema es somero, cálido, euhalino a polihalino y bien oxigenado, debido a que se registró una profundidad promedio de 132.31 cm, temperatura promedio de 29.32 °C, salinidad promedio de 25.37 ups y 8.30 mg/L de oxígeno disuelto. Se identificaron 56 especies pertenecientes a 23 familias. De los cuatro componentes ícticos registrados, las especies eurihalinas son las que predominaron. La mayor riqueza de especies se presentó durante la temporada de lluvias del 2008 con 39 especies y la menor durante las secas del 2007 con 26 especies. La estimación y análisis de las características ecológicas (densidad, frecuencia y dominancia) permitió catalogar a *Anchoa mitchilli*, *Centropomus parallelus*, *Dormitator maculatus*, *Cichlasoma urophthalmus* y *Bairdiella chrysoura*, como las especies de mayor valor de importancia ecológica. En la temporada de secas 2009, se estimó el mayor valor promedio de diversidad con 0.76 decits, mientras que el menor valor se presentó en secas del 2007 con 0.58 decits, de manera general el sistema deberá de ser considerado como un sitio de diversidad alta. El análisis numérico multivariado, determinó que la salinidad, es uno de los factores de mayor influencia que determinan la variación de la comunidad íctica, así como la presencia de vegetación sumergida, siendo para estos sitios, el oxígeno disuelto, temperatura y profundidad sus determinantes, que son estadísticamente significativos, según el análisis numérico. 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, por lo que resulta difícil separar la importancia relativa de los procesos biológicos y los factores abióticos, en la determinación de la distribución y abundancia de peces. Aunque el presente estudio está enfocado principalmente a la temporada de secas se observó un cambio espacio-temporal en la estructura de la comunidad de peces para dichas temporadas.

Palabras clave: Mandinga, ecología, comunidad, ictiología, ambiente.



INTRODUCCIÓN

México cuenta con 11,600 kilómetros de litoral, de los sistemas costeros sobresalen las lagunas por su gran número con un aproximado de 130 y su importancia económica y ecológica (Contreras *et al.*, 2002). Las lagunas costeras son cuerpos de agua situados a lo largo del litoral que en la mayoría de los casos tienen una comunicación permanente con el mar y algunos tienen una entrada continua de agua dulce por medio de ríos, este encuentro da como resultado agua salobre.

Las lagunas costeras manifiestan un comportamiento ecológico muy especial y propio (Navarro *et al.*, 2005), estas pueden ser temporales o semipermanentes, por lo que en algunos casos la boca se llega a cerrar por factores oceánicos o geológicos, durante cierto tiempo.

Una de las características más importantes de las lagunas costeras es su alta productividad biológica, ya que al ser un sistema variablemente abierto existe un gran intercambio de materia orgánica e inorgánica con ecosistemas vecinos o adyacentes. Esto incluye agua, sales, nutrientes, sedimentos, materia orgánica y organismos, lo que representa una rica herencia genética, con la biota derivada desde el mar, del agua dulce o de fuentes terrestre (Yáñez-Arancibia, 1986 y Farreras-Sanz, 2006). Aunado a esto, la manifestación de variaciones estacionales significativas reviste una gran importancia desde la perspectiva de la investigación científica y de la conservación de la biodiversidad.

Es sabido que una gran cantidad de peces marinos depende de los ambientes estuarino-lagunares en alguna fase de su ciclo de vida, ya sea como área de refugio y alimentación (González *et al.*, 2005) o crianza y desove (Ordoñez-López y García-Hernández, 2005).

De los géneros presentes en el Atlántico Occidental, cerca del 70% de las familias están representadas en el estado de Veracruz. Para las lagunas costeras del estado se han registrado 195 especies de peces, correspondientes a 121 géneros y 54 familias. Las familias mejor representadas son Sciaenidae, Gobiidae, Cichlidae y Carangidae (Kobelkowsky, 1991) y se han evaluado factores ambientales, como la salinidad, temperatura, el descargue de



aguas continentales, corrientes, giros, etc. (Flores-Coto *et al.*, 2009), para explicar las causas de la composición, abundancia y distribución de la comunidad de peces, sin embargo, pocos trabajos han podido ofrecer una visión integral de la ecología de la comunidad de peces y la mayoría de estos se enfocan al estudio de los estados adultos, brindando poca atención a los juveniles y muy pocos son aquellos que se abocan a todos los estadios. Así el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento sobre la comunidad de peces, conjuntado la información de los diferentes estadios, para el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), Veracruz, identificando y explicando los patrones de variación espacio-temporal.



JUSTIFICACIÓN

La caracterización de la distribución y abundancia de la comunidad de peces en los cuerpos lagunares anexos a la zona litoral resultan indispensables, ya que con ellos, es posible ampliar los estudios ecológicos relacionados con el funcionamiento del hábitat de los ecosistemas costeros complejos, cuya influencia se proyecta sobre la productividad marina ya que son lugares que brindan protección, reproducción y alimento a una gran cantidad de organismos y algunos de ellos son de importancia comercial. Se ha generado una amplia información científica sobre los ecosistemas marinos, pero son muy pocos los estudios con relación al SLM y la mayoría de estos se enfocan al estudio de los estados adultos y/o alguna temporada, debido al alto costo-tiempo que implica el realizar un estudio de largo plazo. Por lo tanto este trabajo tiene como finalidad el aporte de información actualizada para esta zona, a través del análisis de la comunidad ictiofaunica a lo largo de cinco temporadas.



OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar la composición y variación espacio temporal de la comunidad de peces, con relación a los procesos ambientales del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México, durante las temporadas de secas del 2007 al 2010 y temporada de lluvias del 2008.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar y analizar las condiciones ambientales físico-químicas del Sistema Lagunar de Mandinga.
- Realizar el arreglo filogenético de la comunidad de peces.
- Ubicar a la comunidad de peces de acuerdo a la clasificación ecótica.
- Obtener el valor de importancia ecológica de las especies colectadas.
- Obtener la diversidad de peces.
- Determinar las causas que definen la variación espacio-temporal de la comunidad de peces.
- Evaluar los cambios estacionales en la estructura de la comunidad de peces en términos de: distribución y abundancia, discutiendo su relación con algunas variables ambientales.
- Generar información ecológica para el establecimiento de los cambios de la comunidad de peces y las condiciones de su hábitat.



ANTECEDENTES

Las costas veracruzanas sobresalen por la gran generación de información científica sobre los ecosistemas marinos con 1086 referencias y el 54.7% de la producción científica del Golfo de México (Contreras *et al.*, 2002) y aun así son pocos los trabajos actualizados, en los cuales se ha realizado un análisis espacio-temporal del SLM.

De los estudios encaminados al análisis de este sistema lagunar y la ictiofauna que ahí reside, se encuentran los trabajos de Chávez *et al.* (1976), quienes analizaron las condiciones ecológicas generales del SLM, contribuyendo a establecer las bases para el estudio específico de sus recursos acuáticos.

Rocha y Cruz (1981), examinaron las variaciones estacionales del ictioplancton del sistema, observando que la abundancia relativa de la familia *Gobiidae* es la más alta, en el mismo año Cruz y Rocha (1981), reportaron que la presencia temporal de especies se encuentra asociada a sus ciclos reproductivos.

Arreguín (1982), realizó un análisis de las variaciones estacionales de los parámetros físico-químicos durante un ciclo anual de muestreos, posterior a este, Rocha (1983), determinó los principales parámetros físico-químicos, que afectan a la comunidad de peces, los cuales son; la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, registrando a las familias *Gobiidae* y *Engraulidae* como las más abundantes.

De la Cruz *et al.* (1985), compararon la ictiofauna de ocho sistemas estuarinos del estado de Veracruz: Alvarado, Tuxpan-Tampamachoco, Sontecomapan, Mandinga, Grande, Tamiahua, Casitas y Tecolutla, identificando 160 especies de peces para estos sistemas. A su vez Kobelkowsky (1991), realizó los estudios físico-químicos del sistema y el registro de la ictiofauna de las costas de Veracruz, reportó que las familias más representativas son *Sciaenidae*, *Gobiidae*, *Cichlidae* y *Carangidae*, identificando 195 especies.



Rodríguez *et al.* (1992), observaron que además de la familia *Gobiidae*, la familia *Eleotridae* es otra que presentó una alta abundancia, además de registrar que el SLM posee una mayor diversidad de especies en comparación con otros sistemas.

Vargas *et al.* (2006), observaron que el SLM es de tipo euhalino en temporada de secas y mesohalino en temporada de lluvia, además registraron que la abundancia de larvas de peces es inversamente proporcional a la abundancia de *Mnemiopsis sp.* y que la distribución de cada especie dentro del sistema está relacionada con la distribución de la salinidad.

Gaeta (2011), en su trabajo acerca de la distribución y abundancia de la ictiofauna en los tres estadios para la temporada de lluvias del año 2008, reporta que hubo un total de 39 especies, teniendo una diversidad de 1.7 nits, debido a que en esta temporada un mayor número de especies ingresan a causa de la alta concentración de oxígeno disuelto y decremento de la salinidad dando una relación de distribución y densidad en función de estas variables ambientales. A su vez Zerón (2011), analizó las características alimentarias de la ictiofauna mencionando que en larvas y juveniles la alimentación esta premeditada a las características anatómicas que va adquiriendo según su desarrollo, sin dejar atrás la disponibilidad de alimento. En el mismo año Reyes (2011), plasmó en su trabajo los cambios hidrológicos que ha presentado el sistema a través del tiempo, encontrando diferencias significativas entre cada temporada.

Para finalizar Arenas (2012), realizó un análisis espacial de la comunidad ictiofaunica del sistema, observando que más del 61.33% de las especies muestran una densidad menor al 1% y que el 53.84% de estas mismas, muestran una biomasa relativa menor al 1%, con una diversidad de 1.31 nits, considerada como baja, mientras que Rivera (2012), estableció las características tróficas de la ictiofauna juvenil y adulta, registrando que el 49% de las especies fueron eurifagos y generalistas y el 51% fueron estenófagos y especialistas.

ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación. El SLM forma parte de la cuenca sedimentaria de Veracruz, tiene una longitud aproximada de 20 km y se localiza a 18 km al sur del puerto con el mismo nombre entre los paralelos 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste. Este sistema se encuentra estructurado por tres lagunas y tres esteros. El estero Conchal, cuya parte terminal se ubica en la posición noroeste de la laguna La Larga, comunicando al sistema con el mar. El estero Horcones que inicia en la parte suroeste de la laguna La Larga, uniéndose con la laguna La Redonda en el extremo occidental (Fig. 1). Por último el estero Mandinga que une a la laguna La Redonda con la laguna Mandinga. Posee



Fig. 1. Ortofotografía Digital. Tomada de Google Earth, 2011.

una orientación norte-sur en tanto que la costa cercana adopta una dirección noroeste-sureste, conformando la punta de Antón Lizardo. Hacia el noroeste las lagunas se separan del mar por una barrera de médanos. El sistema está asociado al río Jamapa, el cual nace con los deshielos del Pico de Orizaba, recorre 150 km; corre de oeste a este y recibe varios afluentes de los ríos Huatusco, Cotaxtla, Totolapan, desemboca en el Golfo de México, en el lugar conocido como Boca del Río próximo a la Ciudad de Veracruz (Márquez, 1992).

Clima. El SLM presenta un clima de tipo Aw2 (w) (i') w'' de acuerdo con la clasificación de Köppen y García, que se interpreta como cálido húmedo, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor que 5% anual, con una temperatura media de 22° a 26°C.

Durante el año se presentan tres temporadas climáticas: secas, lluvias y nortes. La primera dominante durante los meses de marzo y mayo, con las mínimas precipitaciones (de 16 a 40 mm) del año y las más altas temperaturas (de 30 a 36 °C); la época de lluvias entre los meses de junio y octubre, con septiembre como el mes con mayor precipitación (368.7 mm promedio). La época llamada de nortes, se presenta de noviembre a febrero; se caracteriza por la gran influencia de vientos polares acompañados por bajas presiones atmosféricas, bajas temperaturas y lluvias, la temperatura promedio para esta época es de 23 °C y la precipitación de 70 mm (SEDUMA, 2005 y SEMARNAT, 2011).

La Tabla 1 muestra las características climáticas generales de la región correspondiente al sistema, en donde se observa la cantidad de precipitación y el número de días con lluvia apreciable por temporada, la velocidad y dirección de los vientos, la temperatura media, máxima y mínima, estos son aspectos fundamentales, considerados para la determinación del clima (SEMARNAT, 2011).

Tabla 1. Descripción de los parámetros encontrados en la carta climática, para el Sistema Lagunar de Mandinga.

Parámetros		Temporada	
		Secas	Lluvias
Temperatura media	Máxima	27 °C	33 °C
	Mínima	18 °C	22.5 °C
Precipitación	Cantidad	125 a 200 mm	1400 a 1700 mm
	Número de días con lluvia apreciable	0 a 29	60 a 89
Vientos	Dirección	Vientos del norte	Vientos del noroeste
	Velocidad	30 m/s a 237 m/s	30-171 m/s a 237 m/s

Vegetación. En el SLM se encuentran seis tipos de vegetación que son: Manglar alrededor de Mandinga y La Redonda, Selva Baja Caducifolia en la desembocadura de La Larga, Sabana hacia el sur de Mandinga, Vegetación de dunas en la costa al este del sistema y especies plantadas para la agricultura hacia el lado oeste de Mandinga (Fig. 2) (INEGI, 1984).

Uso de suelo. El SLM se encuentra en la parte superior del municipio de Alvarado, en Veracruz. Según lo reportado por el INEGI el 37% del estado de Alvarado es considerado llanura aluvial, 48 % como llanura aluvial costera inundable, el 11% es barra o playa y el 4% son dunas de la llanura aluvial costera.

El SLM en su mayoría se encuentra en el municipio de Alvarado y según lo reportado por la INEGI alrededor de la laguna de Mandinga el terreno se considera llanura aluvial costera no inundable (Fig. 3).

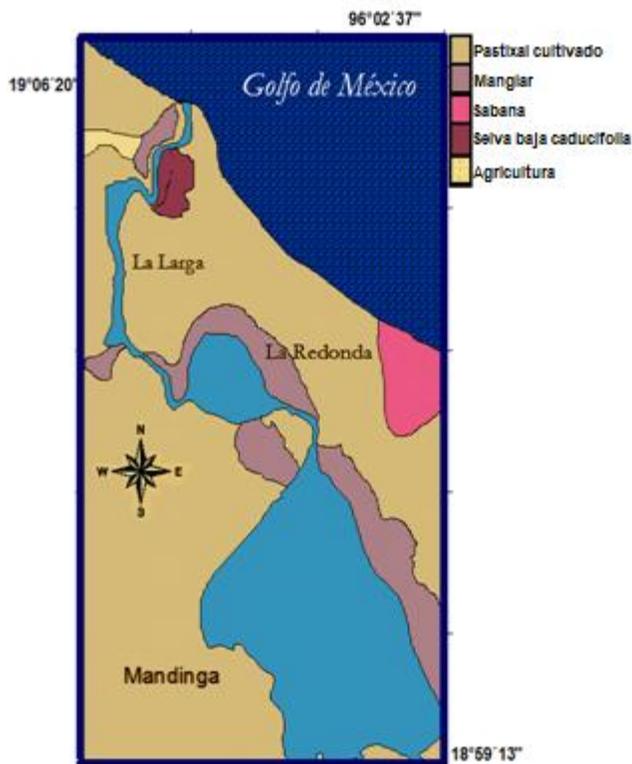


Fig.2. Carta descriptiva de la vegetación y uso de suelo perteneciente al SLM. Tomado de INEGI, 1984 y modificado por el autor.

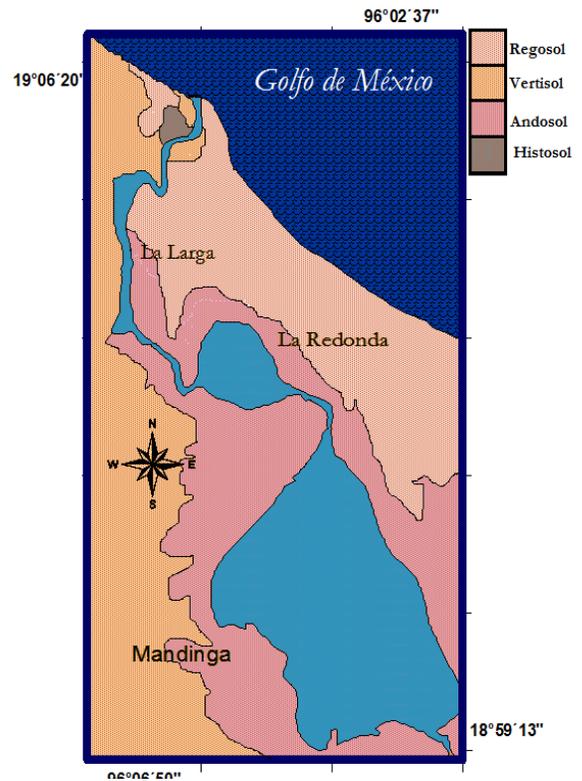


Fig. 3. Carta descriptiva de la edafológica perteneciente al SLM. Tomado de INEGI, 1984 y modificado por el autor.



Entre los usos reportados para Alvarado esta el 2% en agricultura, 49% en pastizales, 18 % es manglar 7% otro, 1% bosque, 1% vegetación; el 20% restante representa el porcentaje de agua.

Aunque se pueden llevar a cabo agricultura y otras actividades alrededor del sistema lagunar en general es considerado dentro del 72% del territorio veracruzano que no es apto para la agricultura; en el 2009 se sembraron 1, 082 ha en el municipio.

Se considera que un 50% del SLM no es apto para el aprovechamiento de la vegetación mientras que el otro 50% se divide en un 29% utilizado en el aprovechamiento de la vegetación y 21% restante corresponde a pradera cultivada. Las partes inmediatas al SLM son consideradas dentro del 21% de pradera o pastizal cultivado con actividad pecuaria de ganado bovino. También presenta manglares en la zona este de la Mandinga y La Redonda y entre estas dos y limitados por el Golfo de México, vegetación de dunas costeras (INEGI, 1984).

MATERIALES Y MÉTODO

El muestreo se realizó en SLM, en el Estado de Veracruz del 2007 al 2010 en las temporadas y fechas que se observan en la Tabla 2. Cada muestreo se realizó de manera estratificada en 20 estaciones (Fig. 4). Las estaciones fueron georreferenciadas, registrando los valores de latitud y longitud en grados, minutos y segundos, con un geoposicionador Garmin modelo GPS 72 (Fig. 5).

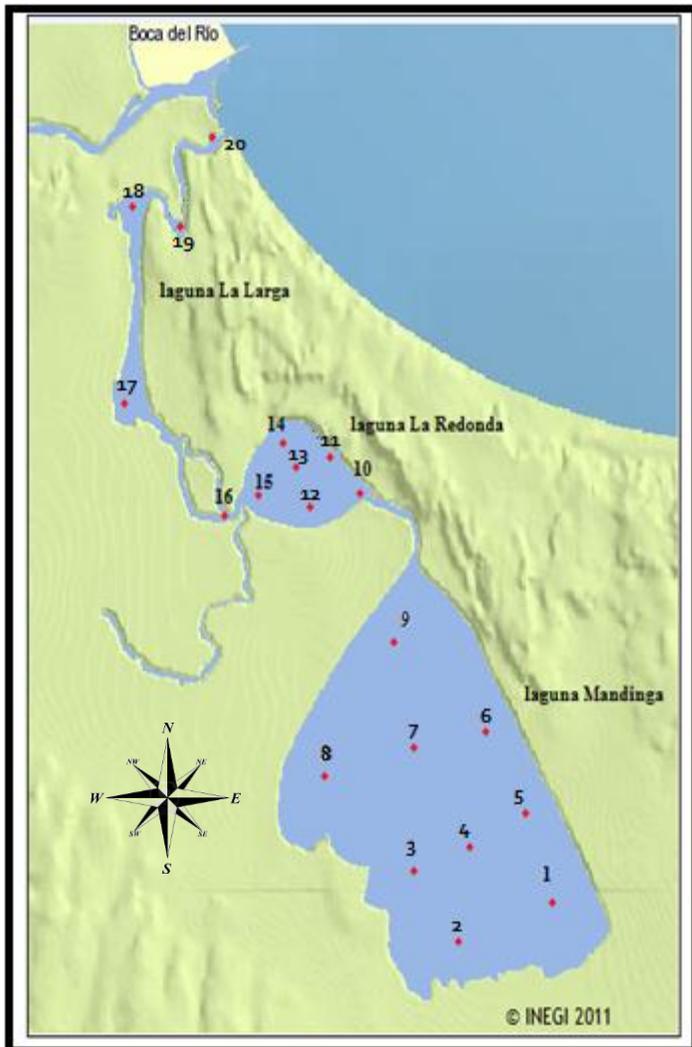


Fig. 4. Ubicación geográfica las estaciones muestreadas en el SLM. Rasgos hidrográficos. Tomada de INEGI, 2011



Fig. 5. Geoposicionador Garmin modelo GPS 72



Tabla 2. Fechas de muestreo en el SLM

Año	Temporada	Mes	Días
2007	Secas	Marzo	
2008	Secas	Abril	4 y 5
	Lluvias	Agosto	28 y 29
2009	Secas	Marzo	19 y 20
2010	Secas	Abril	22

Se registraron y midieron los siguientes parámetros ambientales: Para definir el estado del clima y la visibilidad se emplearon las claves propuestas por Chávez (1975) (Tabla 3).



Tabla 3. Claves propuestas por Chávez (1975), para la determinación del estado del clima y visibilidad.

Estado del clima		Visibilidad		
Clave	Descripción	Clave	Visibilidad Hasta (metros)	Descripción
00	Sin lluvias en el momento de observación	0	50	Niebla densa
10	Sin niebla, nieve, tormenta de polvo o arena	1	200	Niebla delgada
20	Con lluvia, tormentas eléctricas en la ultima hora antes de las observaciones, pero no en ese momento	2	400	Niebla
30	Con tormentas de polvo y arena	3	1000	Niebla moderada
40	Niebla o neblina	4	1825	Calimo
50	Con llovizna	5	3650	Mala visibilidad
60	Con lluvia	6	9125	Buena visibilidad
70	Con nieve	7	18250	Buena visibilidad
80	Lluvias tormentosas con descargas eléctricas	8	54750	Buena visibilidad
		9	63875	Buena visibilidad

Tabla 4. Código para determinar cantidad y tipos de nubes

Clave	Cantidad	Tipos de nubes			
0	Sin nubes				
1	Menos del 10% cubierto	<p>Nubes altas 5 000 - 13 000 m Son las nubes más altas en el cielo. Están hechas de cristales de hielo a causa del aire frío que hay en la parte superior del cielo</p>			
2	Del 20 al 30% cubierto				
3	40% del cielo cubierto				
4	50% del cielo cubierto	<p>Nubes medias 2 000 - 7 000 m Están formadas por cristales de hielo y gotas de agua. Casi cubren el cielo entero y son color azul-grisáceo</p>			
5	60% del cielo cubierto				
6	Del 70 al 80% cubierto	<p>Nubes bajas Superficie - 2 000 m Son uniformes, de color gris y cubren casi todo el cielo. Se les asocia con neblinas ligeras, lloviznas hasta tormentas.</p>			
7	Del 81 al 90% cubierto				
8	100% del cielo cubierto				
9	Cielo oscuro				
		<p>Nubes con crecimiento vertical Superficie - 13 000 m Se extienden desde la tropósfera hasta la estratósfera. Se desarrollan debido al aire caliente que asciende desde la superficie</p>			

Para la temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%), presión barométrica (mbs), altitud (m) y velocidad del viento (Km/h), se utilizó una estación climática Kestrel 4000 (Fig. 6).

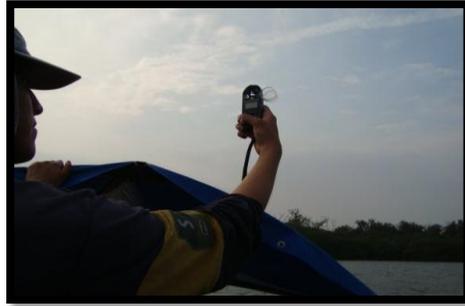


Fig. 6 Estación climática Kestrel 4000

Para la determinación de la dirección del viento se utilizó una veleta y brújula. Una vez registrada la velocidad, se usó la escala de Beaufort para la descripción e influencia hacia la superficie del mar (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de Beaufort para la clasificación de la velocidad de los vientos. Tomada de

Numero 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

La profundidad se registró en cada estación con una ecosonda portátil Depthmate modelo SM-5 (Fig.7). La transparencia se registró con un disco de Secchi La Motte (Fig. 8).



Fig. 7. Ecosonda portátil Depthmate Modelo SM-5



Fig. 8. Disco de Secchi La Motte

Las características hidrológicas se registraron a dos niveles, superficial y fondo; Para la obtención del nivel de fondo, se utilizó una botella Van Dorn (Fig. 9), de dos litros de capacidad y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups) y conductividad (Oms) fueron registradas con un mutisensor YSI 30 (Fig. 10) y se caracterizó al sistema con base en los registros de salinidad de acuerdo a la propuesta de Lanza (1994) Tabla 6. Para el registro del oxígeno

disuelto se empleó un oxímetro de la marca Oakton y se utilizó la clasificación de Contreras (2001), para lagunas costeras según su contenido de oxígeno disuelto, Tabla 7.



Fig. 9. Botella Van Dorn

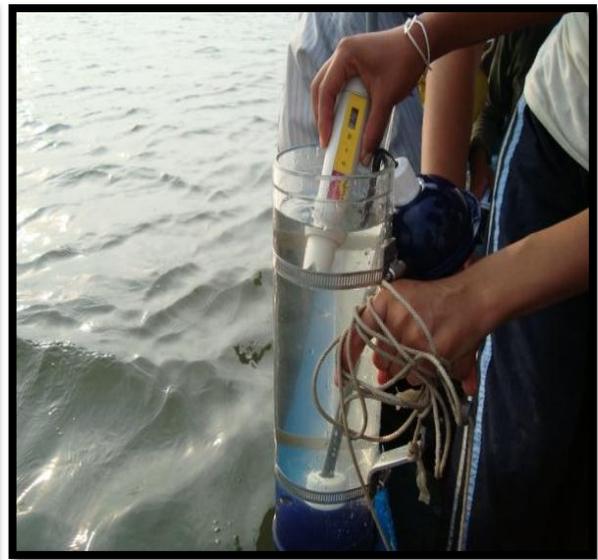


Fig. 10. Mutisensor YSI 30

Tabla 6. Clasificación de lagunas con base en la salinidad de acuerdo a la propuesta de Carriker (1967), citado en 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



Tabla 7. Clasificación de lagunas costeras según su contenido de oxígeno disuelto clasificación propuesta por Contreras (2001).

Tipo de laguna	Descripción	Cantidad de oxígeno disuelto (mg/l)
Hipóxica	Valores considerados nocivos para la biota acuática	2-3
Óxica	Valores óptimos para el desarrollo de los organismos	3-5
Hiperóxicas	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 primarios autóctonos	>5

En cuanto a la dirección de la corriente, esta se determinó con base en objeto a la deriva y la velocidad se registró en m/seg con un flujómetro digital 30A-60 (Fig. 11).



Fig. 11. Flujómetro digital 30A-60

Se registró el color del agua como un indicador de la productividad utilizando la escala de Forel-Ule código 59707 (Fig. 12).



Fig. 12. Escala de color Forel-Ule 59707

El sedimento fue obtenido por medio de un nucleador universal WaterMark de 6.8 cm x 7.1 cm x 120 cm (Fig. 13).



Fig. 13. Nucleador universal WaterMark de 6.8 cm x 7.1 cm x 120 cm

Las muestras se recolectaron sin agua en bolsas de plástico debidamente etiquetadas y fueron transportadas al laboratorio de la Facultad de 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. 14) y para determinar el carbono orgánico total se siguió el método de oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico, desarrollado por Walkley y Back y se caracterizó el sistema de acuerdo con la Tabla. 8. (Muñoz-Iniestra *et al.*, 2011).

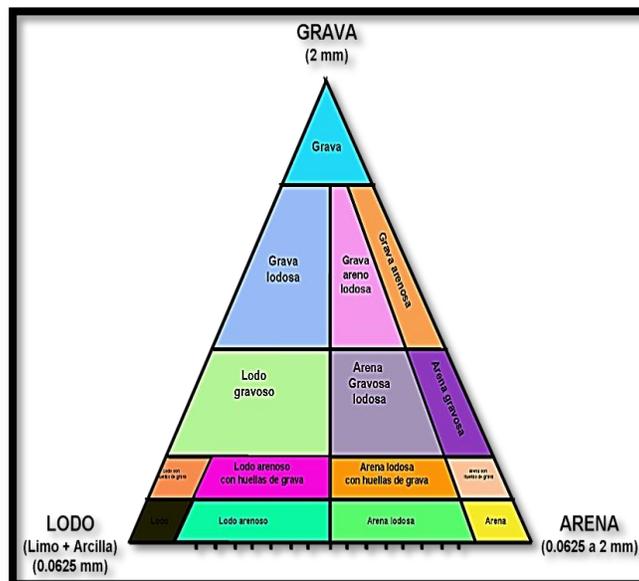


Fig. 14. Pirámide de textura. Tomado de Muñoz-Iniestra *et al.*, 2011.

Tabla. 8. Clasificación de acuerdo al contenido de carbono. Tomado de Muñoz-Iniestra *et al.*, 2011

Categoría	Valor de Carbono Orgánico Total (%)
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 material biológico se utilizó una red Renfro de 70 cm x 140 cm de abertura de malla de 700 μ m para la captura de larvas y juveniles y para adultos se empleó un chinchorro de 30 m de longitud, 1.5 m de alto, con una abertura de malla de 0.5 pulgadas. (Fig. 14 y 15).



Fig.15. Renfro de 70 cm x 140 cm de abertura de malla de 700 μ m.



Fig.16. Chinchorro de 30 m de longitud, 1.5 m de alto, con una abertura de malla de 0.5 pulgadas.



En ambas colectas se registró el área de arrastre en metros para la posterior estandarización de los datos en ind/ 100m² o g/ 100m².

Todos los individuos se fijaron en formol y fueron colocados en frascos de plástico respectivamente etiquetados.

Una vez en el laboratorio, los organismos colectados fueron identificados mediante la utilización de literatura específica como la de Álvarez del Villar (1970), Lippson y Moran (1974), Hardy Jr. (1978), Johnson (1978), Jones *et al.* (1987), Fisher (1978), Fahay (1983), Moser *et al.* (1984), Nelson (1994), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005).

Se determinó la ubicación ecótica de las especies marinas de acuerdo a la clasificación de Castro-Aguirre *et al.* (1990) y las especies dulceacuícolas fueron definidas de acuerdo a Miller *et al.* (2005).

Para obtener las características ecológicas se utilizaron los siguientes índices, obtenidos a partir del programa PRIMER 6 v. 6.1.6 (2006) y el uso de Microsoft Excel 2010.

ABUNDANCIA

Se empleó para la determinación del número total de individuos por cada especie en las temporadas.

DENSIDAD

Se utilizó para conocer el número de individuos de cada especie por unidad de área (ind/100 m²).

$$D_i = n_i/A$$

- n_i = Número total de especie "i"
- A= Área o volumen total muestreado o filtrado



FRECUENCIA

Característica ecológica utilizada para conocer la probabilidad de encontrar un individuo en una unidad de muestral.

$$f_i = J_i / K$$

- J_i = Número de muestreos en cuales la especie “i” se presenta.
- K = Número total de muestreos.

BIOMASA

Permite conocer el peso de los individuos por especie por unidad de área ($\text{g}/100 \text{ m}^2$).

$$B_i = n_i / A$$

DOMINANCIA

Se determinó para conocer el éxito ecológico de cada especie.

$$C_i = a_i / A$$

- a_i = Biomasa total de la especie “i”
- A = Área total muestreada o volumen total filtrado.

VALOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Este valor nos proporciona una estimación de la influencia o importancia de cada especie en la comunidad (300%).

$$V_i = RD_i + Rf_i + RC_i$$

- RD_i = Densidad relativa de la especie “i”
- Rf_i = Frecuencia relativa de la especie “i”
- RC_i = Dominancia relativa de la especie “i”

RIQUEZA DE ESPECIES

Número total de especies, por todo el muestreo.



DIVERSIDAD

$$H' = \Sigma [pi(\log_{10} pi)]$$

- pi = Densidad relativa en proporción de cada especie “i” con respecto a la densidad total de todas las especies en la estación. (n_i/N)
- n_i = Densidad de la especie “i”
- N = Densidad de todas las especies.

EQUITATIVIDAD

Permite comparar el que tan cerca está la diversidad observada de la máxima posible para las especies encontradas.

$$J = H' / H_{max}$$

- J = Equitatividad
- H' = Diversidad observada.
- H_{max} = Diversidad máxima esperada
- $H_{max} = \log_{10} S$



CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN ECOLÓGICA

Se realizó una evaluación de los cambios de la comunidad de peces y de las condiciones de su hábitat, a través de las técnicas de clasificación y ordenación ecológica, utilizando el programa Primer versión 6.1.6, para poder definir un posible patrón a través del tiempo y del espacio. La clasificación se realizó, de forma jerárquica, politética, cuantitativa y aglomerativa, con los datos de biomasa promedio/estación y para la construcción del fenograma se utilizó el criterio de ligamento promedio y la disimilitud por medio de distancias euclidianas, esto permitió la simplificación de la información y la formación de grupos con características similares.

Por último, para determinar la jerarquía de las variables ambientales evaluadas, y que seguramente definen la distribución de las especies, se aplicó al grupo de variables la técnica de ordenación de Análisis de Componentes Principales -ACP-para simplificar y resumir todos los datos ambientales que se obtuvieron durante los muestreos.

De acuerdo a Rocha (1983), Ayala-Pérez *et al.* (1998) y Barletta *et al.* (2005), las variables ambientales de mayor influencia para la distribución de la comunidad de peces son la salinidad, temperatura, profundidad y oxígeno disuelto, por lo que en el presente trabajo se seleccionaron estas variables de las 23 registradas, para ser sometidas al ACP.

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

Batimetría

Durante la temporada de secas del 2007 se registró una profundidad promedio de 156 cm con una máxima de 340 cm y una mínima de 90 cm, la mayor profundidad se registró hacia el norte de la laguna La Larga cerca del estero Conchal, disminuyendo la profundidad hacia el centro y sur del sistema (Fig. 17a). Para la temporada de secas del 2008 se registró una profundidad promedio de 129.50 cm con una máxima de 160 cm y una mínima de 80 cm, la mayor profundidad se registró en La Larga y las partes más someras se presentaron en la laguna de Mandinga hacia su parte norte y oeste (Fig. 17b). Mientras que en la temporada de lluvias del 2008 se registró una profundidad promedio de 132.85 cm con un máximo de 190 cm y un mínimo de 102 cm, determinando la mayor profundidad hacia la parte sur de Mandinga (Fig. 17c). Durante la temporada de secas del 2009 se registró una profundidad promedio de 131.96 cm con una máxima de 180 cm y una mínima de 90 cm presentando la

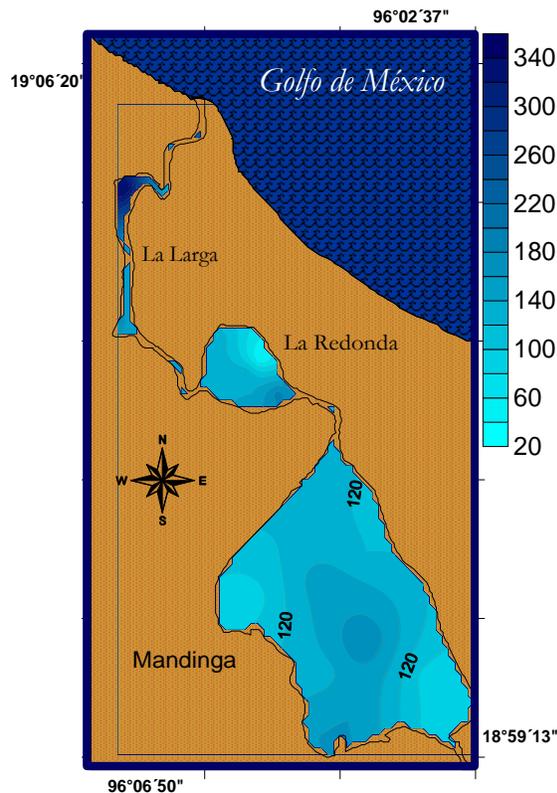


Fig. 17a. Batimetría correspondiente a la temporada de secas 2007.

mayor profundidad en el este y sur de Mandinga, mientras que la profundidad más baja se registró en la misma laguna de Mandinga pero hacia su parte oeste (Fig. 17d). Para la temporada de secas del 2010 se registró una profundidad promedio de 111.25 cm con una máxima de 150 cm y una mínima de 100 cm, determinando la mayor profundidad hacia el centro de la Mandinga (Fig. 17e).

Por las características de las cinco temporadas climáticas, el sistema lagunar se caracterizó por presentar una profundidad promedio de 132.31 cm con una máxima de 340 cm y una mínima de 80 cm.

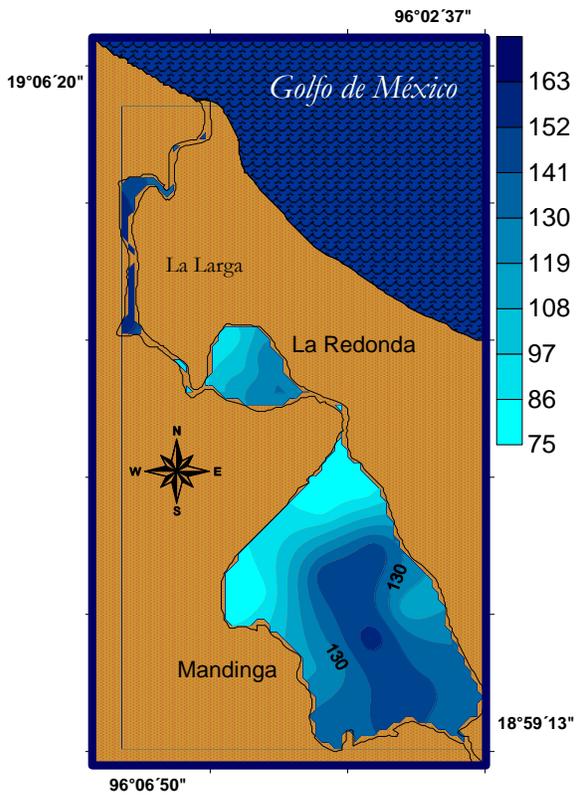


Fig. 17b. Batimetría correspondiente a la temporada de secas 2008.

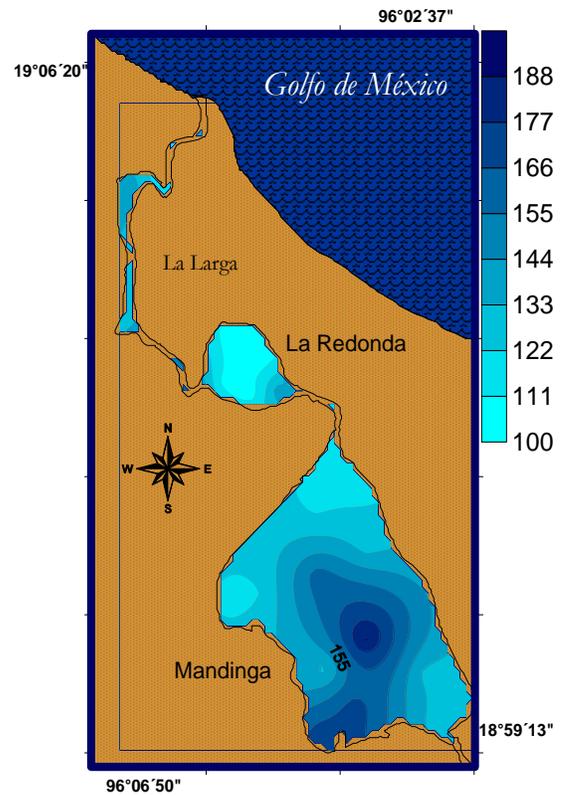


Fig. 17c. Batimetría correspondiente a la temporada de lluvias 2008.

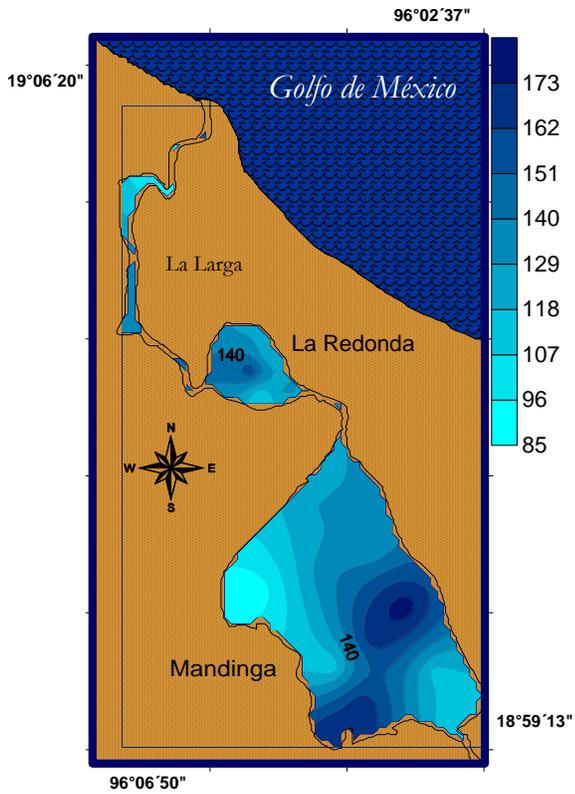


Fig. 17d. Batimetría correspondiente a la temporada de secas 2009.

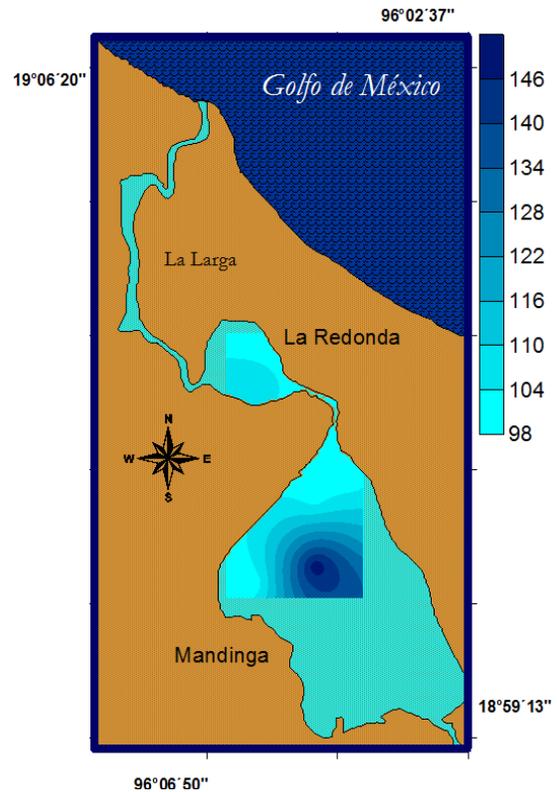


Fig. 17e. Batimetría correspondiente a la temporada de secas 2010.

Temperatura del agua

En el sistema lagunar se registró una temperatura promedio de 30.23° C con una máxima de 28.30° C y una mínima de 31.30° C, durante la temporada de secas del 2007, la mayor temperatura se registró en la parte sureste de la laguna de Mandinga, disminuyendo hacia La Redonda y la parte norte de La Larga (Fig. 18a). Para la temporada de secas del 2008 se registró una temperatura promedio de 30.39 °C con una máxima de 32.20 °C y una mínima de 28.20 °C, la mayor temperatura se registró en la parte suroeste de la laguna de Mandinga, disminuyendo de igual forma hacia el norte (Fig. 18b). Mientras que en la temporada de lluvias del 2008 se registró una temperatura promedio de 30.16 °C con una máxima de 31.30 °C y una mínima de 28.95 °C, la mayor temperatura se registró hacia el norte y suroeste de la laguna de Mandinga y en la parte norte y sureste de La Redonda, mientras los valores bajos se registraron hacia el norte de La Larga cercano al estero Conchal (Fig. 18c). Durante la temporada de secas del 2009 se registró una temperatura promedio de 27.40 °C con una máxima de 28.60 °C y una mínima de 26 °C a diferencia de las temporadas anteriores, en esta temporada, la menor temperatura se registró en la parte este y oeste de Mandinga, mientras que la mayor temperatura se observó en la parte norte de La Redonda (Fig. 18d). Por último para la temporada de secas del 2010 se registró una temperatura promedio de 28.46 °C con una máxima de 29.65 °C y una mínima de 27.85 °C, determinando la mayor temperatura hacia el sur de La Redonda, el estero de Mandinga y norte de Mandinga (Fig. 18e). De manera general para las cinco temporadas climáticas, el sistema se caracterizó por presentar una temperatura promedio de 29.32 °C con una máxima de 30.39 °C y una mínima de 27.39 °C, presentado un mayor aumento de temperatura hacia la parte central del sistema.

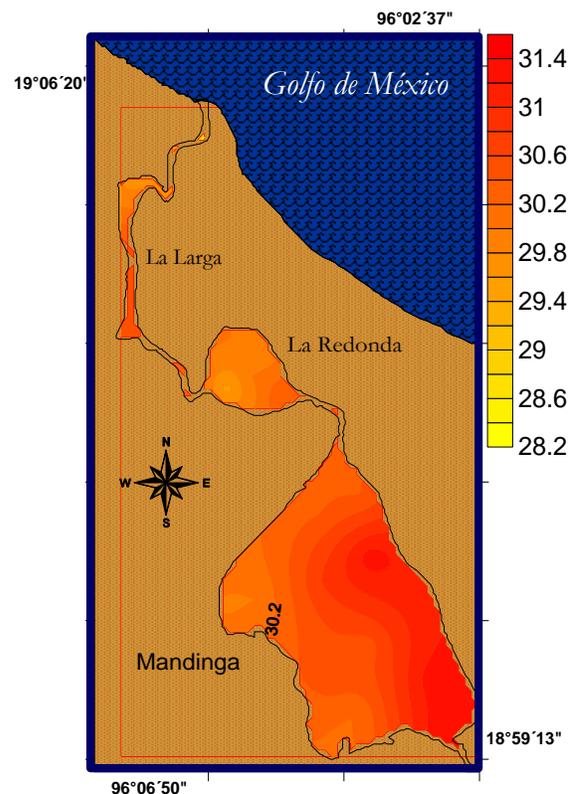


Fig. 18a. Temperatura del agua correspondiente a la temporada de secas 2007.

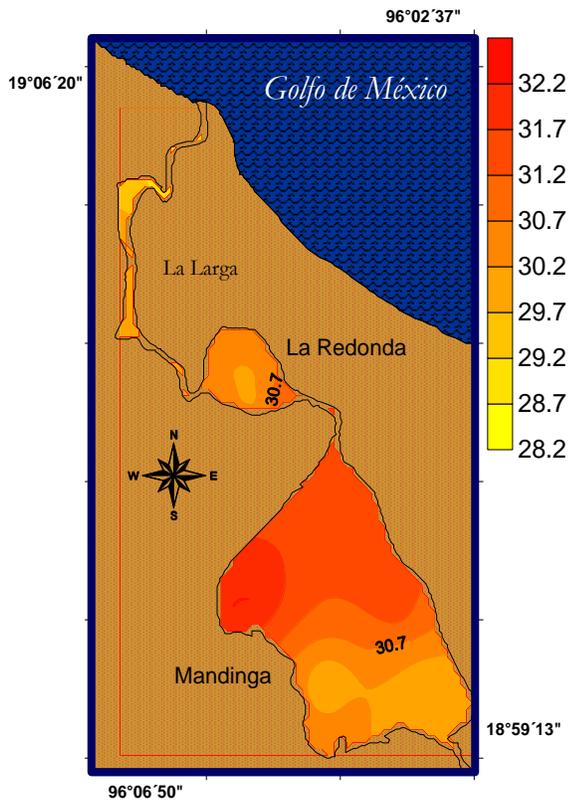


Fig. 18b. Temperatura del agua correspondiente a la temporada de secas 2008.

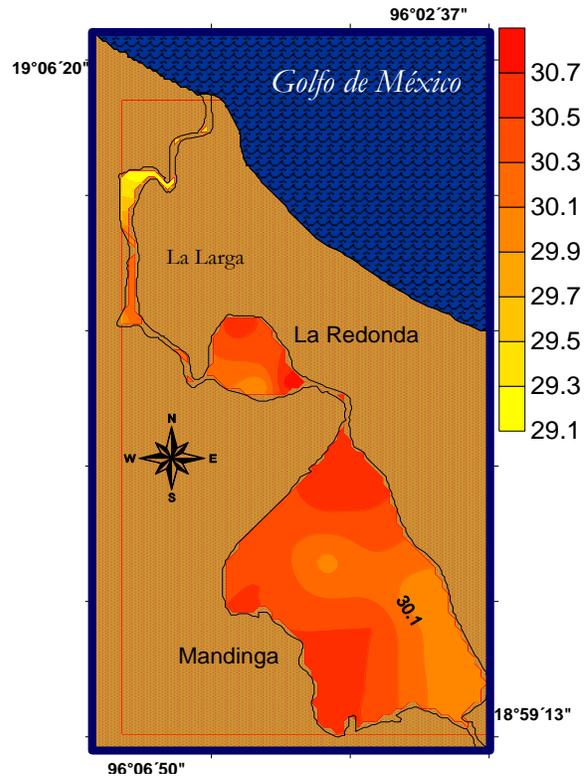


Fig. 18c. Temperatura del agua correspondiente a la temporada de lluvias 2008.

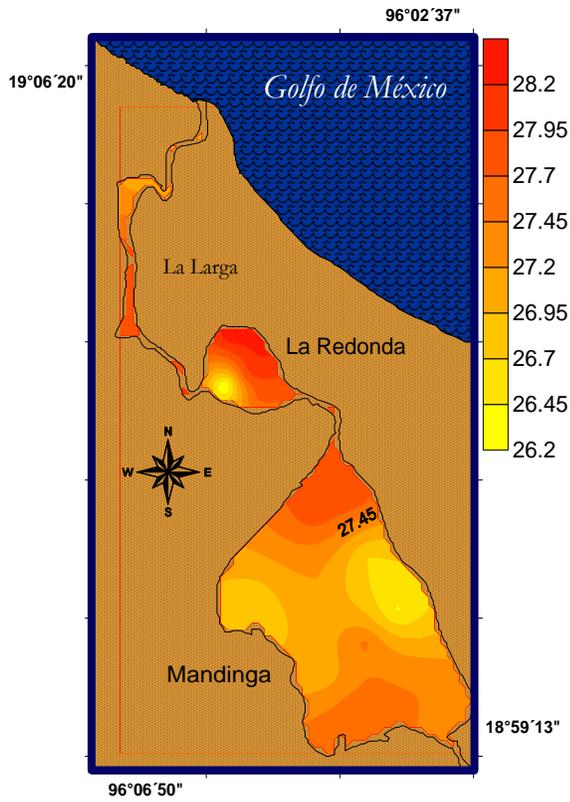


Fig. 18a. Temperatura del agua correspondiente a la temporada de secas 2009.

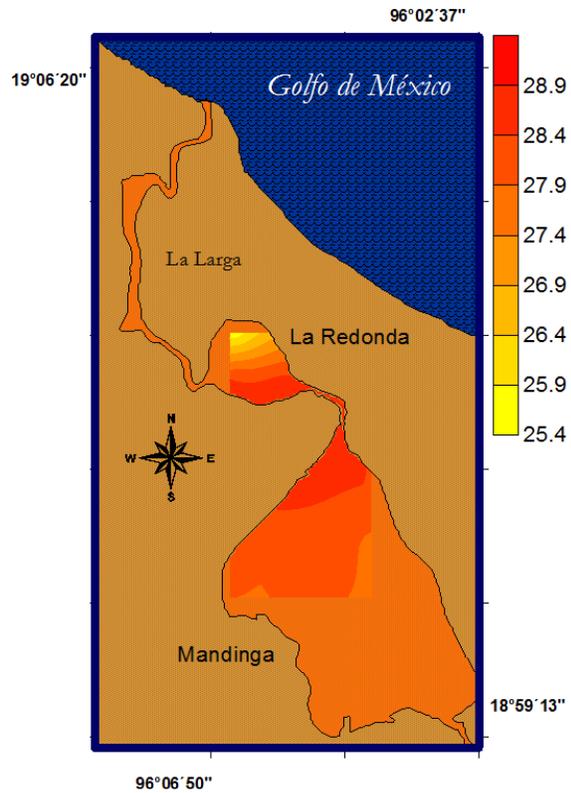


Fig. 18a. Temperatura del agua correspondiente a la temporada de secas 2010.

Salinidad

Durante la temporada de secas del 2007 se registró una salinidad promedio de 26.22 ups con una máxima de 27.54 ups y una mínima de 20.89 ups, las mayores concentraciones de salinidad se encontraron a partir de La Redonda y hasta la parte norte de La Larga (Fig. 19a). Para la temporada de secas del 2008 se registró una salinidad promedio de 31.69 ups con una máxima de 33.85 ups y una mínima de 29.50 ups, la mayor concentración de salinidad se registró en La Larga, disminuyendo hacia La Redonda y Mandinga donde en esta última se registraron los valores más bajos (Fig. 19b). Mientras que en la temporada de lluvias del 2008 se registró una salinidad promedio de 15.9 ups con un máximo de 24 ups y un mínimo de 10.50 ups, observando los valores más bajos en toda la laguna de Mandinga y lo más altos en La Larga (Fig. 19c). Durante la temporada de secas del 2009 se registró una salinidad promedio de 28.30 ups con una máxima de 34.70 ups y una mínima de 19.60 ups de igual forma para esta temporada los valores más elevados se registraron en La Larga, mientras que los más bajos se presentaron en el noroeste de Mandinga (Fig. 19d). Para la temporada de secas del 2010 se registró una salinidad promedio de 25.68 ups con una

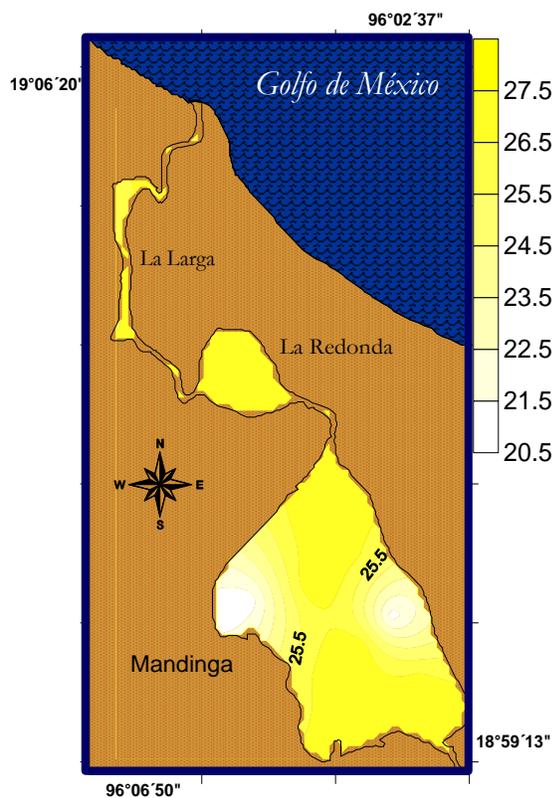


Fig. 19a. Salinidad correspondiente a la temporada de secas 2007.

máxima de 29.70 ups y una mínima de 26.40 ups, los valores más bajos se registraron hacia el centro y norte de La Redonda y los valores más elevados se presentaron en el norte de Mandinga (Fig. 19e).

Comparando las cinco temporadas climáticas, el sistema lagunar se caracterizó por presentar una salinidad promedio de 25.37 ups con una máxima de 29.70 ups y una mínima de 10.50 ups en temporada lluvias, determinando que el sistema lagunar es de tipo euhalino en temporada de secas y polihalino en temporada de lluvias.

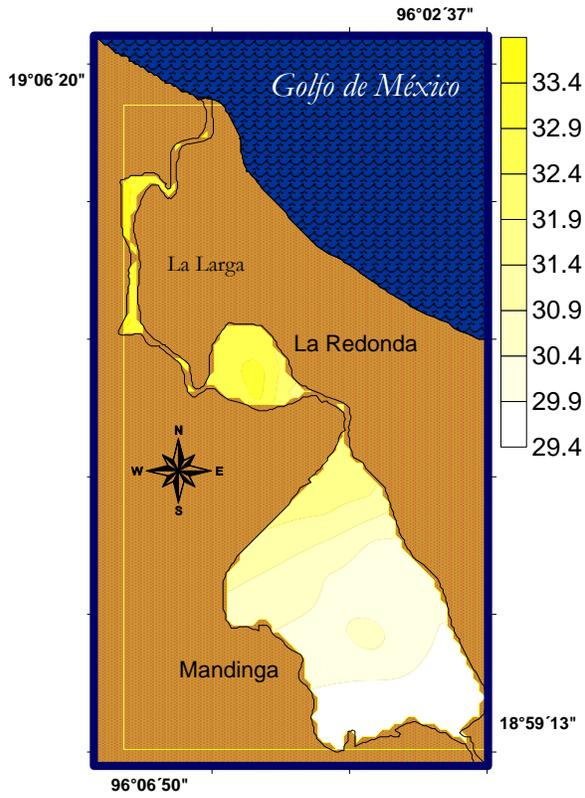


Fig. 19b. Salinidad correspondiente a la temporada de secas 2008.

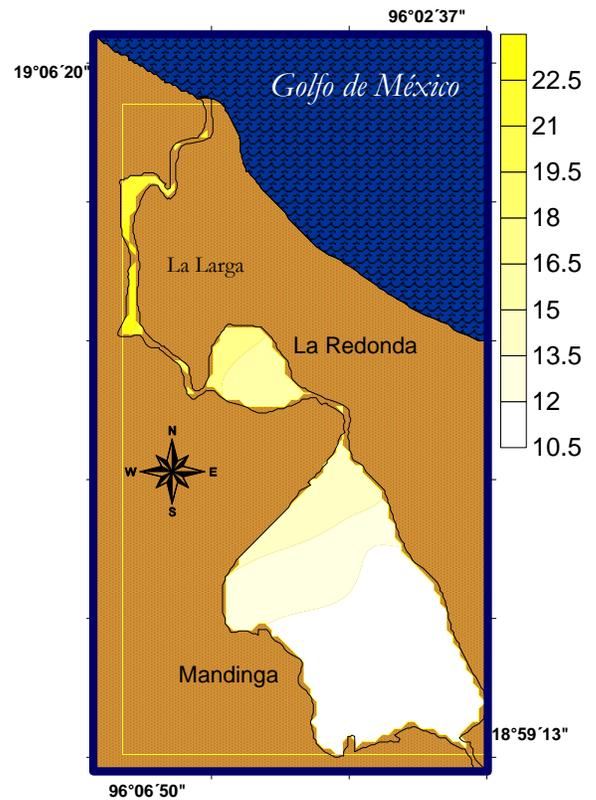


Fig. 19c. Salinidad correspondiente a la temporada de lluvias 2008.

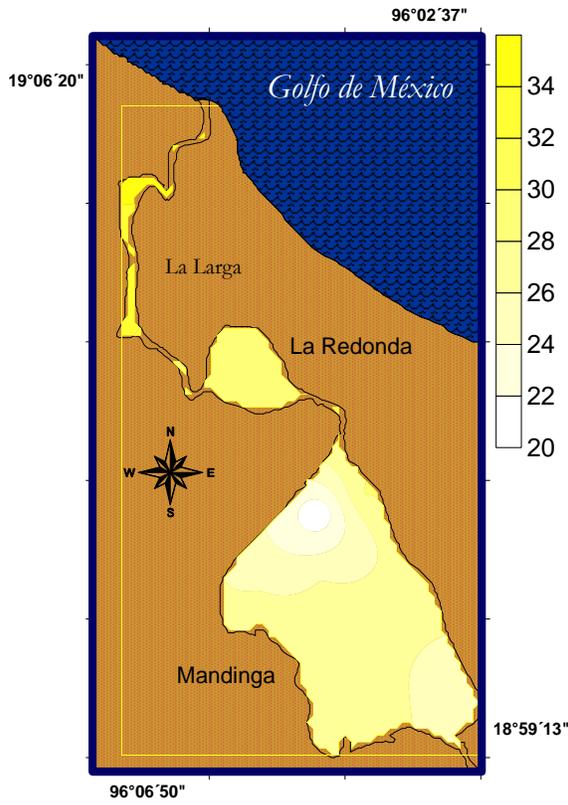


Fig. 19d. Salinidad correspondiente a la temporada de secas 2009.

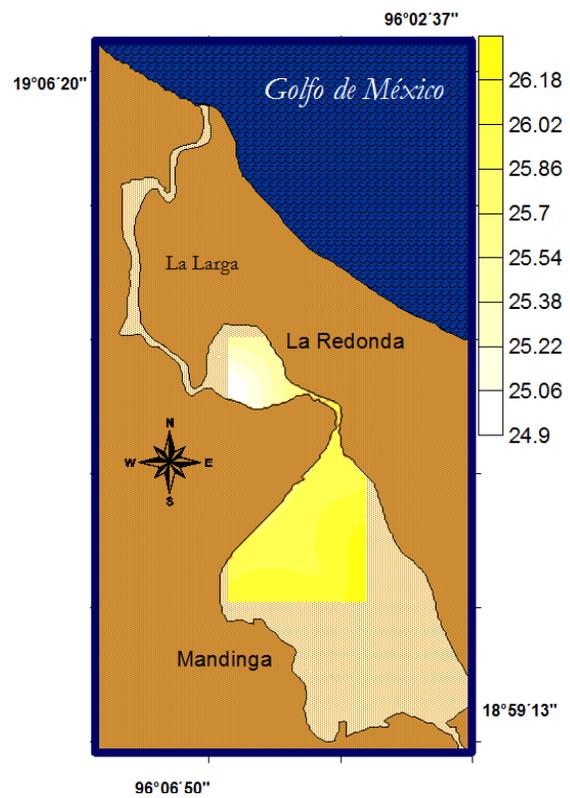


Fig. 19e. Salinidad correspondiente a la temporada de secas 2010.

Oxígeno disuelto

Para la temporada de secas del 2007 se registró una concentración de oxígeno disuelto promedio de 7.49 mg/L con una máxima de 11.50 mg/L y una mínima de 4.30 mg/L , la mayor concentración se registró hacia el norte de La Larga próximo al estero Conchal, y observando los valores más bajos hacia el sur de La Redonda y en Mandinga (Fig. 20a). En la temporada de secas del 2008 se registró una concentración de oxígeno disuelto promedio de 8.92 mg/L con un máximo de 9.75 mg/L y un mínimo de 7.16 mg/L , identificando en La Redonda y en el norte y este de Mandinga las mayores concentración de oxígeno disuelto, siendo la parte norte de La Larga cerca del estero Conchal donde registró la mínima concentración de oxígeno disuelto (Fig. 20b). Entre tanto en la temporada de lluvias del 2008 se registró una concentración de oxígeno de 7.9 mg/L con un máximo de 9.80 mg/L y un mínimo de 6.66 mg/L , determinando la mayor concentración de oxígeno disuelto hacia el centro de La Redonda y la más bajas concentraciones se reportaron hacia el sureste de Mandinga (Fig. 20c). Mientras que en la temporada de secas del 2009 se registró una concentración de oxígeno disuelto de 8.5 mg/L con un máximo de 9.3 mg/L y un mínimo de 7.51 mg/L presentado la mayor concentración de oxígeno disuelto en el sureste de La Redonda cerca del estero de Mandinga y en La Larga, mientras que las mínimas concentraciones de oxígeno disuelto se reportaron en el sureste de Mandinga (Fig. 20d). Para la temporada de secas del 2010 no se registró la concentración de oxígeno disuelto.

De manera general para las cuatro temporadas climáticas registradas, el sistema lagunar se caracterizó por presentar una concentración de oxígeno disuelto promedio de 8.30 mg/L determinado que el sistema es de tipo hiperóxico con una máxima de 11.5 mg/L y una mínima de 4.30 mg/L .

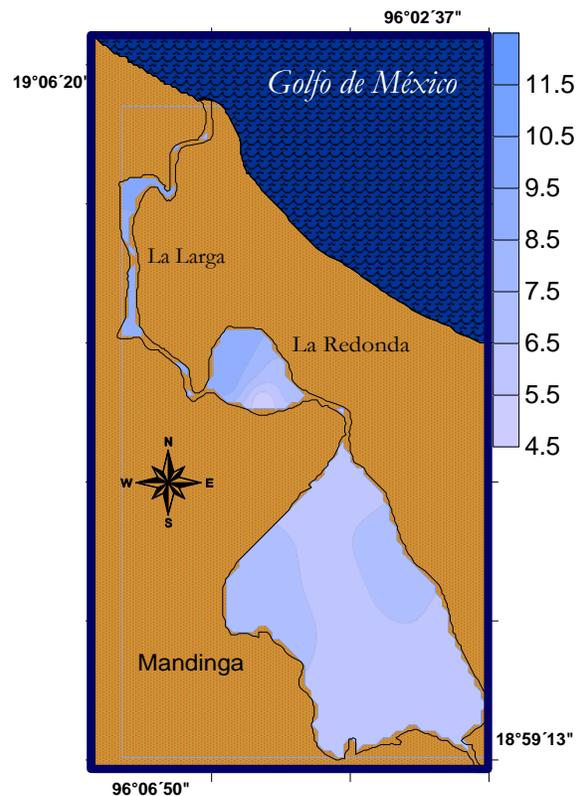


Fig. 20a. Oxígeno disuelto correspondiente a la temporada de secas 2007.

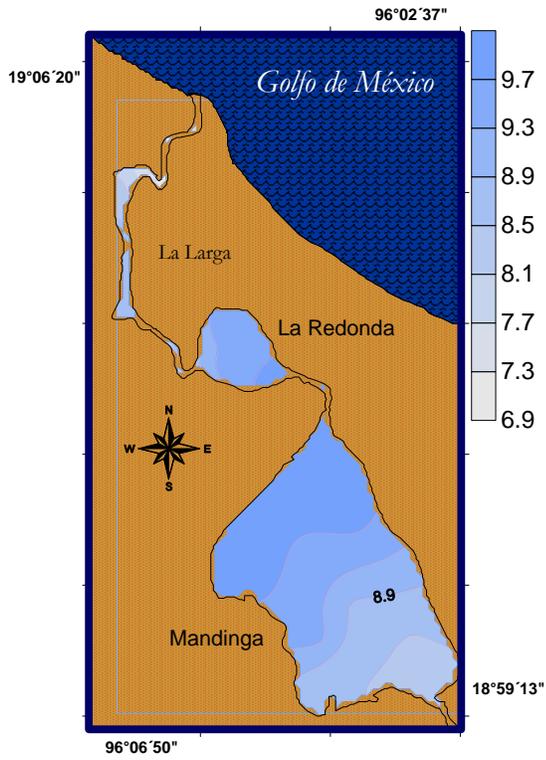


Fig. 20b. Oxígeno disuelto correspondiente a la temporada de secas 2008.

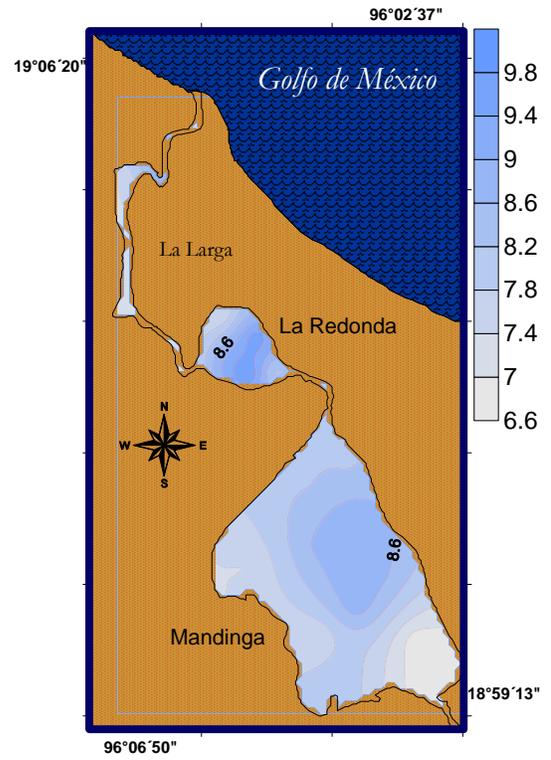


Fig. 20c. Oxígeno disuelto correspondiente a la temporada de lluvias 2008.

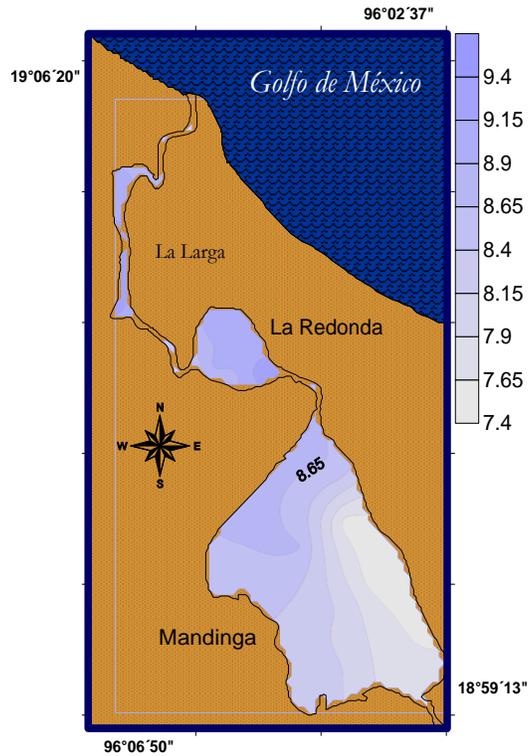


Fig. 20d. Oxígeno disuelto correspondiente a la temporada de secas 2009.



Características ecológicas

Arreglo filogenético

De los muestreos realizados durante las cinco temporadas, se recolectaron 56 especies pertenecientes a 42 géneros y 23 familias, de acuerdo Álvarez del Villar (1970), Lippson y Moran (1974), Hardy Jr. (1978), Johnson (1978), Jones *et al.* (1987), Fisher (1978), Fahay (1983), Moser *et al.* (1984), Nelson (1994), Castro-Aguirre *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2005), siendo su arreglo filogenético el siguiente:

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Gnathostomata

División: Teleostei

Subdivisión: Clupeomorpha

Superorden:

Orden: Clupeiformes

Suborden: Clupeoidei

Familia: Engraulidae

Subfamilia: Engraulinae

Anchoa hepsetus (Linnaeus), 1758

Anchoa mitchilli (Valenciennes), 1848

Subdivisión: Euteleostei

Superorden: Ostariophysii

Orden: Siluriformes

Familia: Ariidae

Subfamilia:

Ariopsis felis (Linnaeus), 1766

Superorden: Paracanthopterygii

Orden: Batrachoidiformes

Familia: Batrachoididae

Subfamilia: Batrachoidininae



Opsanus beta (Goode y Bean), 1882

Superorden: Acanthopterygii

Orden: Mugiliformes

Familia: Mugilidae

Mugil cephalus Linnaeus, 1758

Mugil curema Valenciennes, 1831

Orden: Atheriniformes

Suborden: Atherinoidei

Familia: Atherinopsidae

Subfamilia: Menidiinae

Membras martinica (Valenciennes), 1835

Membras vagrans (Gode y Bean), 1879

Orden: Beloniformes

Suborden: Belonoidei

Familia: Belonidae

Subfamilia:

Strongylura marina (Walbaum), 1792

Strongylura notata (Poey), 1860

Familia: Hemiramphidae

Subfamilia:

Hyporhamphus roberti (Valenciennes), 1846

Orden: Cyprinodontiformes

Suborden: Cyprinodontoidei

Familia: Poeciliidae

Subfamilia: Poeciliinae

Poecilia sphenops Valenciennes, 1846

Orden: Gasterosteiformes

Suborden: Syngnathoidei

Familia: Syngnathidae

Subfamilia: Syngnathinae

Syngnathus louisianae Günther, 1870

Syngnathus scovelli (Evermann y Kendall), 1895



Microphis brachyurus lineatus (Kaup), 1856

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Familia: Centropomidae

Subfamilia: Centropominae

Centropomus undecimalis (Bloch), 1792

Centropomus pectinatus Poey, 1860

Centropomus parallelus Poey, 1860

Familia: Carangidae

Subfamilia: Caranginae

Selene setapinnis (Mitchill), 1815

Selene vomer (Linneusl), 1758

Caranx hippos (Linnaeus), 1768

Caranx latus Agassiz, 1829

Subfamilia: Scomberoidinae

Oligoplites saurus (Bloch y Schneider), 1801

Familia: Lutjanidae

Subfamilia: Lutjaninae

Lutjanus synagris (Linnaeus), 1758

Lutjanus griseus (Linnaeus), 1758

Lutjanus jocu (Bloch y Schneider), 1801

Familia: Gerreidae

Subfamilia:

Ulaema lefroyi (Goode), 1874

Eucinostomus melanopterus (Bleeker), 1863

Diapterus rhombeus (Cuvier), 1829

Diapterus auratus Ranzani, 1840

Eugerres plumieri (Cuvier), 1830

Familia: Haemulidae

Subfamilia: Haemulinae

Orthopristhis chrysoptera (Linnaeus), 1766



Haemulon flavolineatum (Desmarest), 1823

Pomadasys crocro (Cuvier), 1830

Familia: Sparidae

Subfamilia:

Archosargus probatocephalus (Walbaum), 1792

Lagodon rhomboides (Linnaeus), 1766

Familia: Sciaenidae

Subfamilia:

Bairdiella chrysoura (Lacepede), 1802

Bairdiella ronchus (Cuvier), 1830

Suborden: Labroidei

Familia: Cichlidae

Subfamilia:

Cichlasoma urophthalmus (Günther), 1862

Petenia splendida Günther, 1862

Vieja synspila (Hubs), 1935

Suborden: Gobioidi

Familia: Eleotridae

Subfamilia: Eleotrinae

Gobiomorus dormitor Lacepede, 1800

Dormitator maculatus (Bloch), 1790

Eleotris pisonis (Gmelin), 1788

Guavina guavina (Valenciennes), 1837

Erotelis smaragdus (Valenciennes), 1837

Familia: Gobiidae

Subfamilia: Gobiinae

Bathygobius soporator (Valenciennes), 1837

Gobiosoma bosci (Lacepede), 1798

Subfamilia: Gobionellinae

Evorthodus lyricus (Girard), 1858

Gobioides brissonneti Lacepede, 1800



Gobionellus boleosoma (Jordan y Gilbert), 1882

Gobionellus hastatus Girard, 1859

Familia: Microdesmidae

Subfamilia: Microdesminae

Microdesmus carri (Weymouth), 1910

Suborden: Scombroidei

Familia: Sphyraenidae

Subfamilia:

Sphyraena barracuda (Walbaum), 1792

Suborden: Pleuronectoidei

Familia: Paralichthyidae

Subfamilia:

Citharichthys spilopterus Günther, 1862

Orden: Pleuronectiformes

Suborden: Pleuronectoidei

Familia: Achiridae

Subfamilia:

Achirus lineatus (Linnaeus), 1758

Ubicación Ecótica

Durante la temporada de secas del 2007 se colectaron 22 especies eurihalinas del componente marino, 2 habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 2 dulceacuícolas secundarios (Fig. 21a). Para la temporada de secas 2008 se colectaron 24 especies eurihalinas del componente marino, 2 especies estenohalinas del componente marino, 5 habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 3 dulceacuícolas secundarios (Fig. 21b). Mientras que para la temporada de lluvias del 2008 se colectaron se colectaron 29 especies eurihalinas del componente marino, 2 especies estenohalinas del componente marino, 5 habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 3 dulceacuícolas secundarios (Fig. 21c). Durante la temporada de secas del 2009 se colectaron 27 especies eurihalinas del componente marino, 1 especies estenohalinas del componente marino, 5 habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 3 dulceacuícolas secundarios (Fig. 21d). Para la temporada de secas del 2010 se colectaron 23 especies eurihalinas del componente marino, 5 habitantes permanentes del conjunto estuarino-lagunar y 3 dulceacuícolas secundarios (Fig. 21e).



Fig. 21a. Categoría ecótica (%) de la ictiofauna, colectada en el SLM durante la temporada de secas del 2007.



Fig. 21b. Categoría ecótica (%) de la ictiofauna, colectada en el SLM durante la temporada de secas del 2008



Fig. 21c. Categoría ecótica (%) de la ictiofauna, colectada en el SLM durante la temporada de lluvias del 2008



Fig. 21d. Categoría ecótica (%) de la ictiofauna, colectada en el SLM durante la temporada de secas del 2009



Fig. 21e. Categoría ecótica (%) de la ictiofauna, colectada en el SLM durante la temporada de secas del 2010

Densidad promedio y Relativa

Durante la temporada de secas del 2007 se estimó una densidad promedio de 5.66 ind/100 m², la mayor densidad se reportó en la estación 14 con 14 ind/100 m² seguida por la estación 15 con 12.30 ind/100 m², estas se localizaron en el noroeste y suroeste de La Redonda correspondientemente, mientras que la estación 9 fue la que presentó la menor densidad con tan solo 1.13 ind/100 m², ubicada hacia el norte de Mandinga (Fig. 22 y 23).

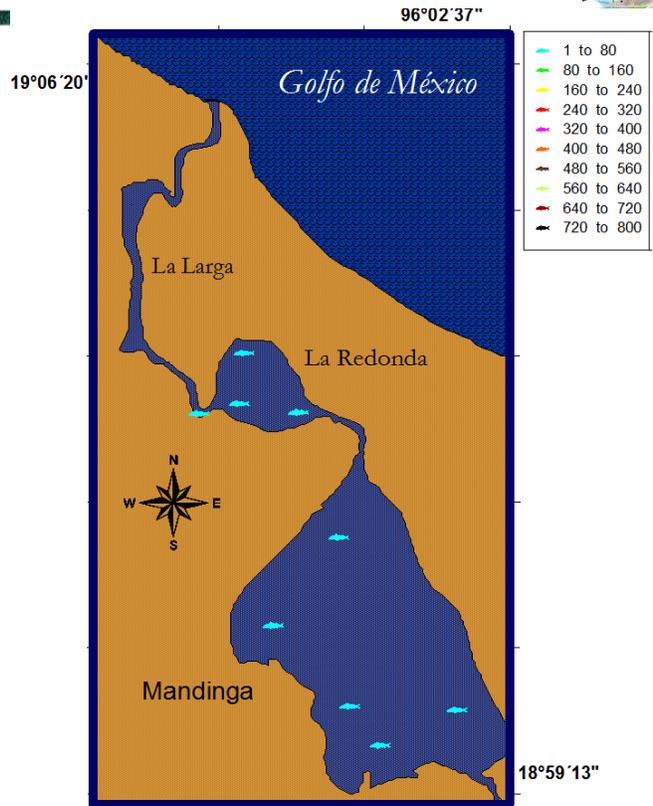


Fig. 22. Distribución de la densidad promedio (ind/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2007.

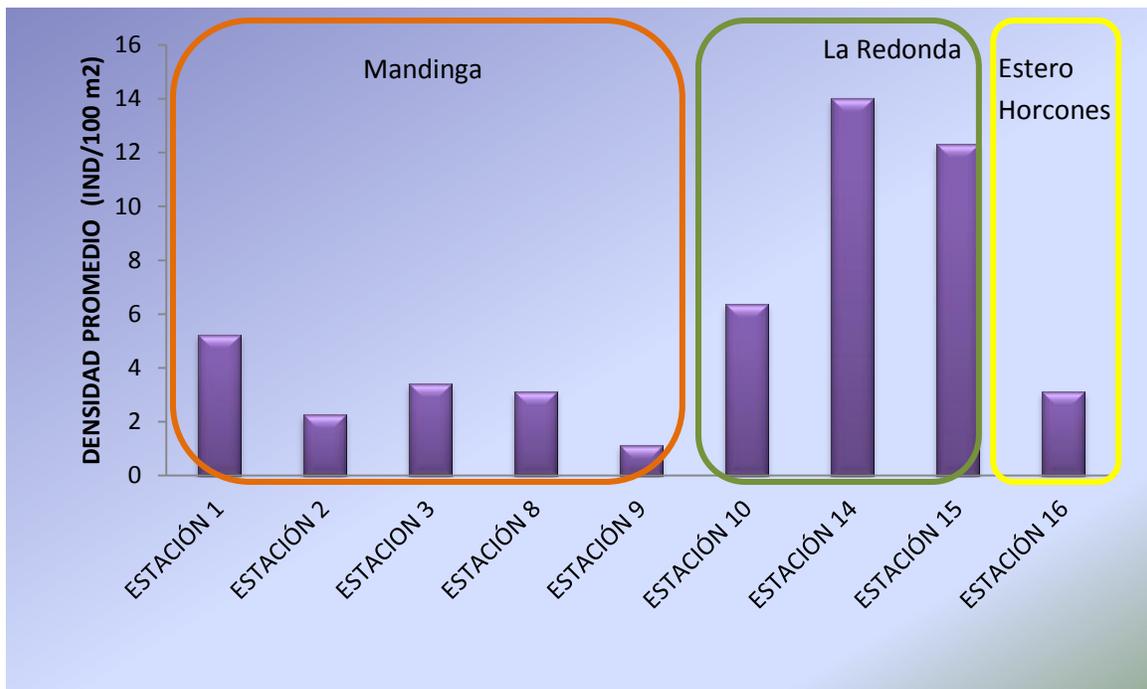


Fig. 23. Densidad promedio (ind/100 m²) por estación, correspondiente a la temporada de secas 2007.

La especie con mayor densidad relativa fue *Anchoa mitchilli* con 31.11%, seguida por *Poecilia sphenops* con un 23.33% y *Diapterus rhombeus* con 12.22%; la menor densidad relativa la presentaron *Achirus lineatus*, *Ariopsis felis*, *Eleotris pisonis*, *Orthopristis chrysoptera*, *Anchoa hepsetus*, *Diapterus auratus*, *Hyporhamphus roberti roberti*, *Lutjanus griseus* todas con el 0.27% (Fig. 24).

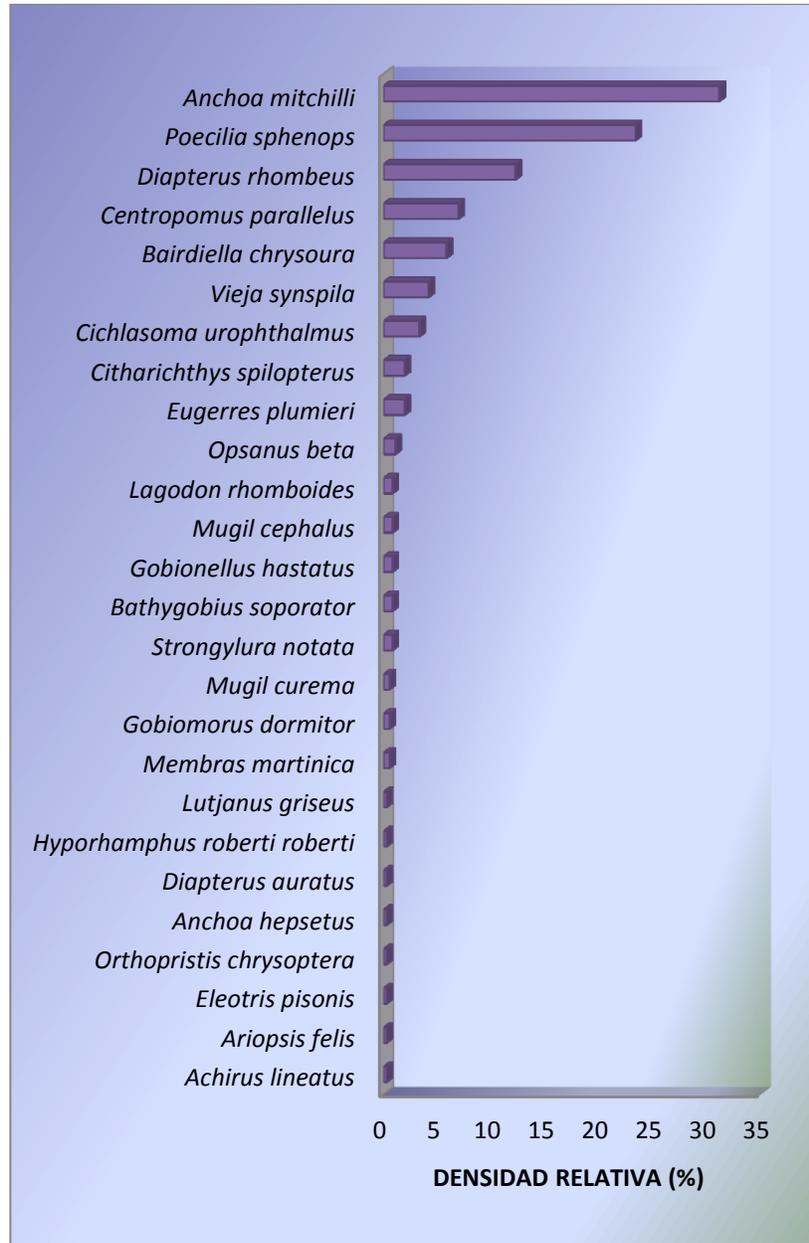
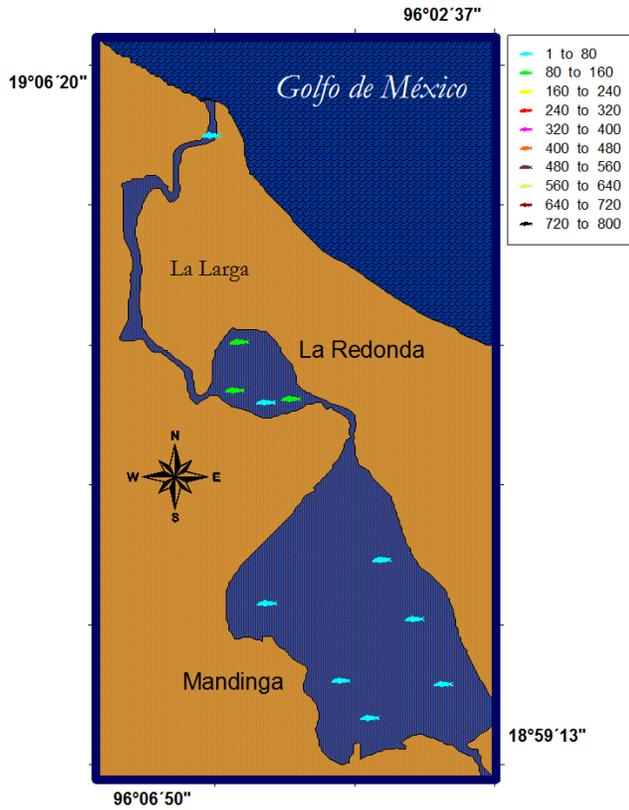


Fig. 24. Densidad relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2007.



Para la temporada de secas 2008, se estimó una densidad promedio de 24.13 ind/100 m² la estación 14 fue la que presentó la mayor densidad con 136.66 ind/100 m² seguida por la 15 con 92 ind/100 m² ubicadas en la Redonda, las menores densidades se registraron en la estación 2 con 3.40 ind/100 m², la 3 con 2.55 ind/100 m² ubicadas hacia el sur y suroeste de Mandinga y la estación 18 con 0.03 ind/100 m² localizada en el norte de la Larga (Fig. 25 y 26).

Fig. 25. Distribución de la densidad promedio (ind/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2008.

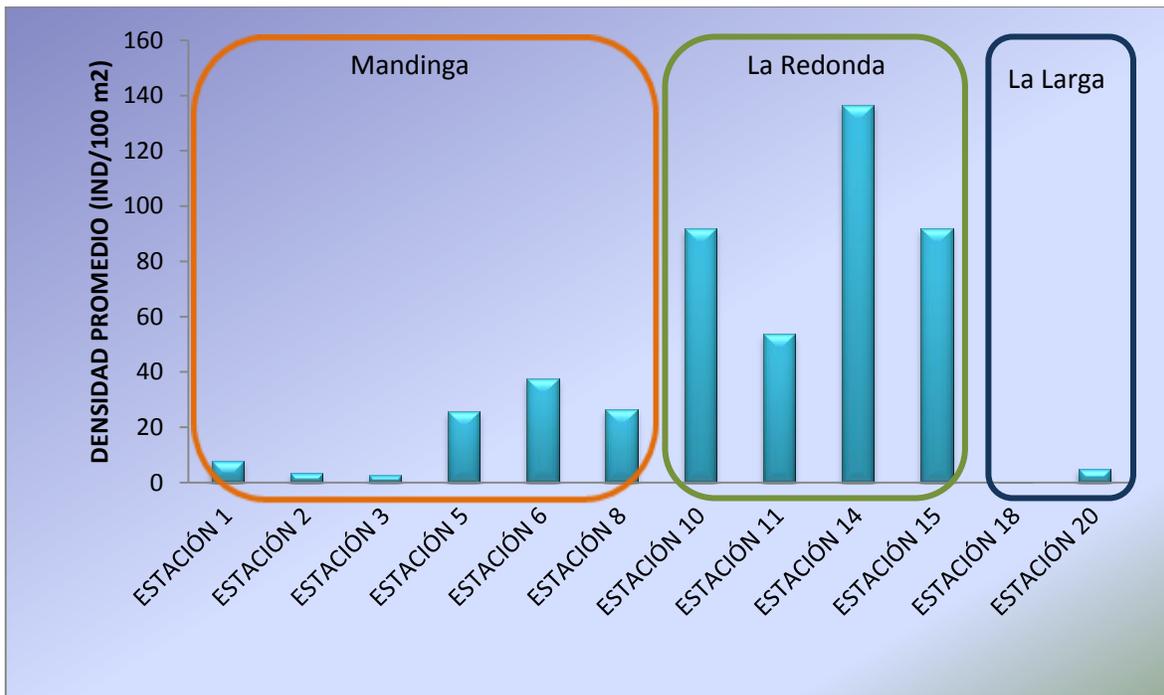


Fig. 26. Densidad promedio (ind/100 m²) por estación, correspondiente a la temporada de secas 2008.



En esta temporada la especie que presentó la mayor densidad relativa fue *Ulaema lefroyi* con el 14.71% seguida por *Anchoa mitchilli* con el 12.78%, *Dormitator maculatus* con el 12.11%; la menor densidad relativa se reportó para *Haemulon flavolineatum* y *Lutjanus synagris* con el 0.077% (Fig. 27).

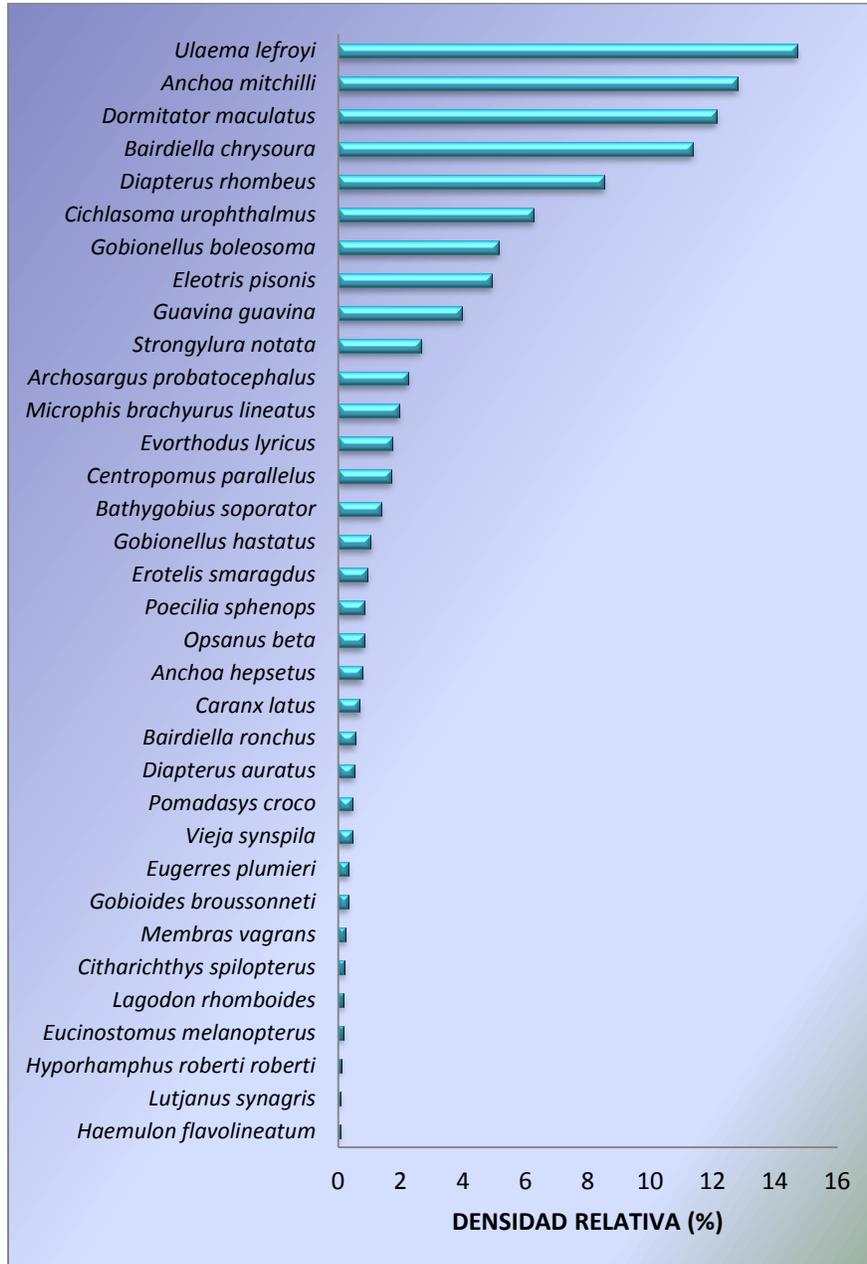


Fig. 27. Densidad relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2008.

Para la temporada de lluvias del 2008 se reportó una densidad promedio de 251.19 ind/100 m², nuevamente la estación 14 fue la de mayor densidad con 780.58 ind/100 m², seguida por la estación 10 con 638.43 ind/100 m², ubicadas en el noroeste y sureste de La Redonda respectivamente; las estaciones con la menor densidad fueron la 2 con 86.64 ind/100 m², la 9 con 69.46 ind/100 m² y por último la estación 3 con 64.58 ind/100 m² ubicadas en Mandinga (Fig. 28 y 29).

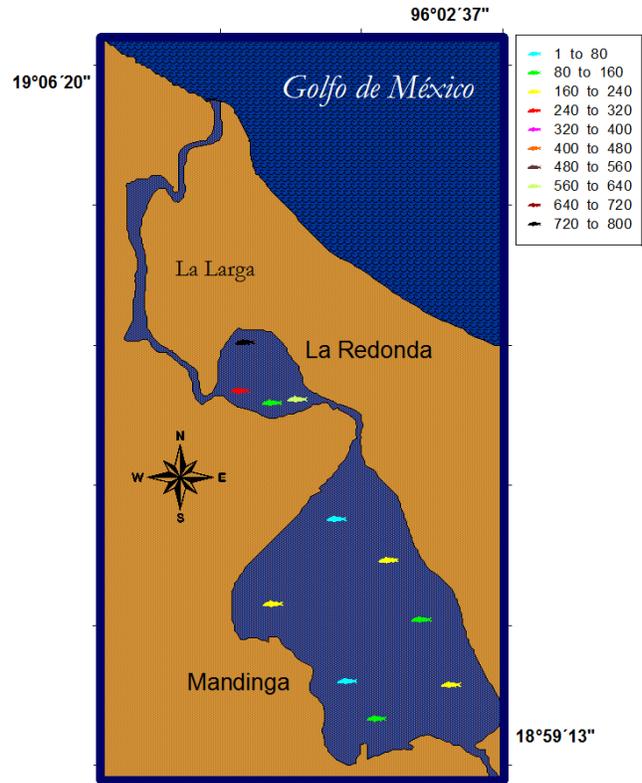


Fig. 28. Distribución de la densidad promedio (ind/100 m²) por estación, durante la temporada de lluvias 2008.

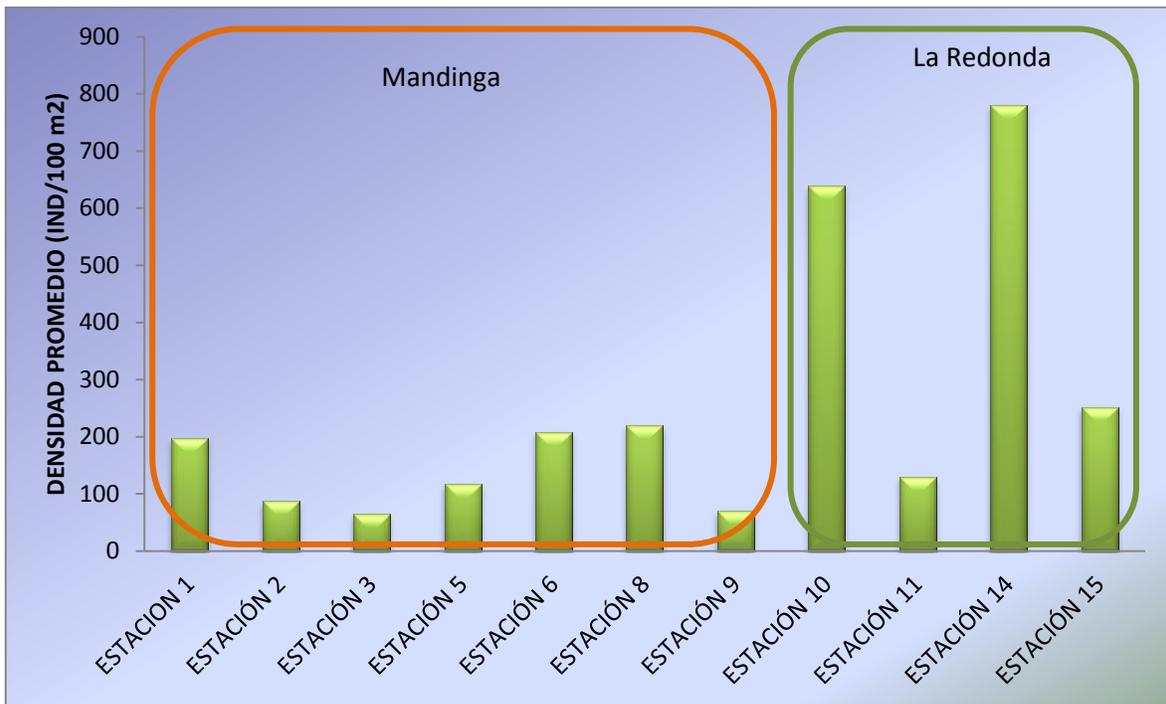


Fig. 29. Densidad promedio (ind/100 m²) por estación, correspondiente a la temporada de lluvias 2008.

La especie que presentó la mayor densidad relativa fue *Dormitator maculatus* con el 40.63% seguida por *Syngnathus scovelli* con el 10.17%; las de menos densidad relativa fueron *Caranx hippos*, *Vieja synspila*, *Archosargus probatocephalus* y *Sphyaena barracuda* con el 0.003% (Fig. 30).

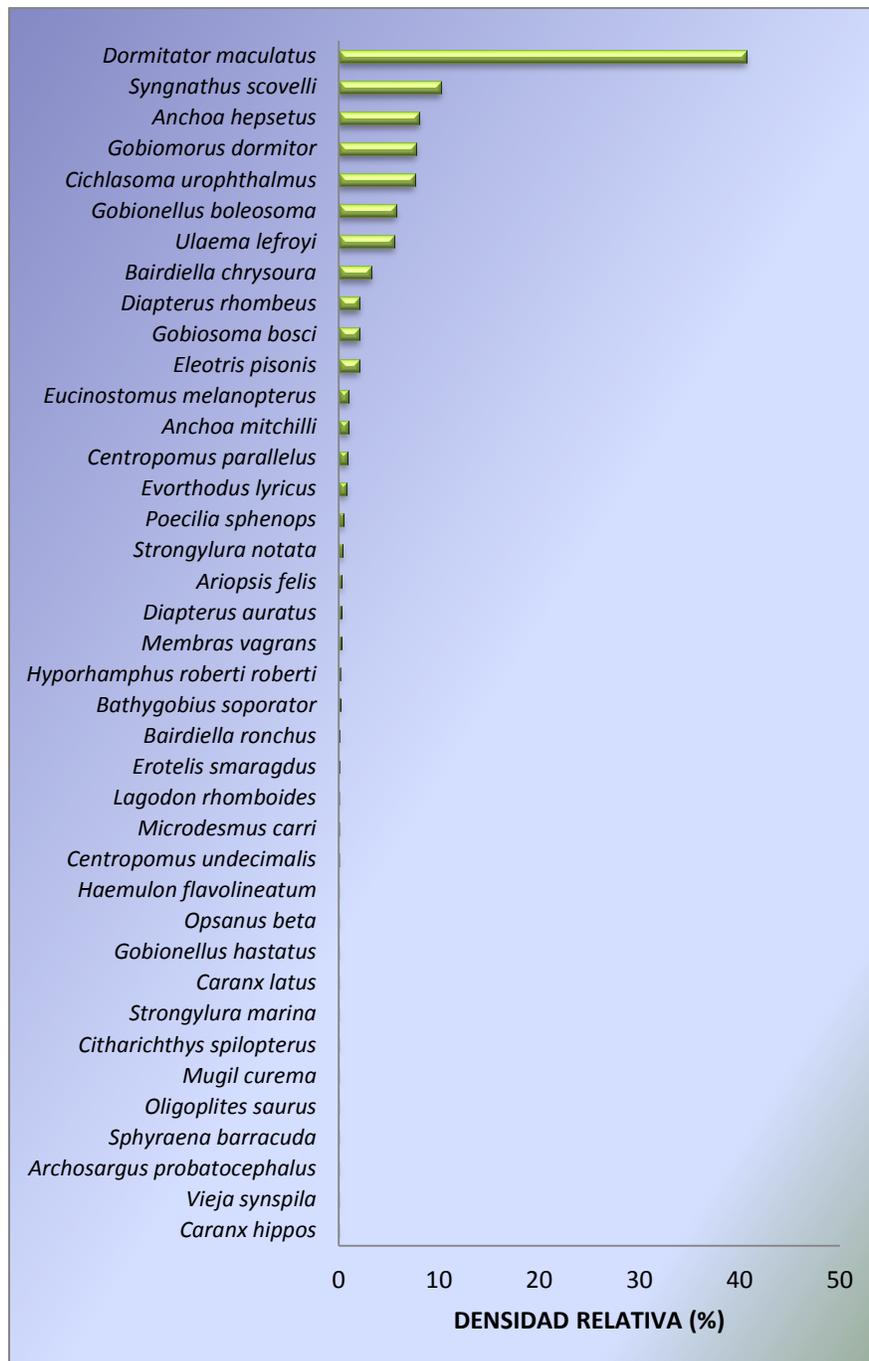
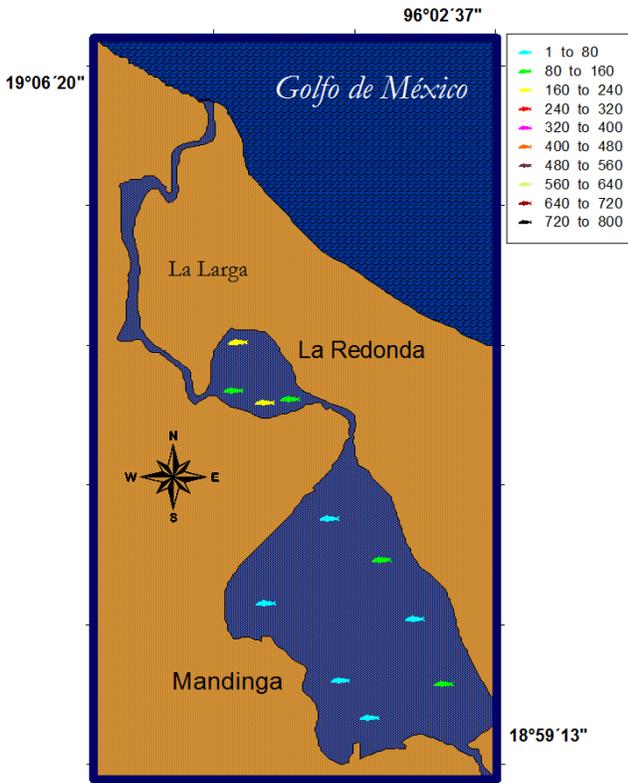


Fig. 30. Densidad relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de lluvias del 2008.



Durante la temporada de secas 2009 la densidad promedio fue de 87.60 ind/100 m², las estaciones que presentaron la mayor densidad fueron la 14 con 179.18 ind/100 m², seguida por la estación 11 con 169.66 ind/100 m², ambas estaciones ubicadas en La Redonda; la estación 2 y 8 presentaron la menor densidad con 9.63 ind/100 m² y 8.99 ind/100 m², ubicadas hacia el sur y este de Mandinga (Fig. 31 y 32).

Fig. 31. Distribución de la densidad promedio (ind/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2009.

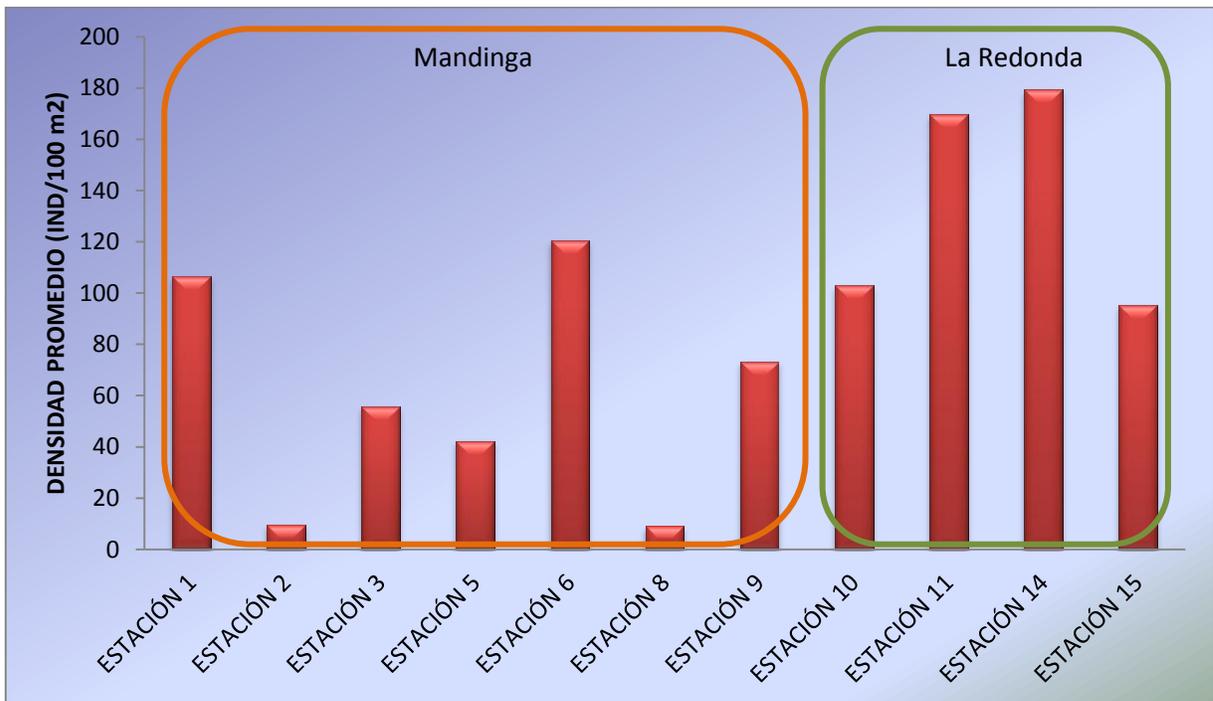


Fig. 32. Densidad promedio (ind/100 m²) por estación, correspondiente a la temporada de secas 2009.

Las especies con la mayor densidad relativa fueron *Dormitator maculatus* con 29.66%, seguida por *Gobionellus boleosoma* con 10.26% y *Syngnathus scovelli* con 9.71%; la menor densidad relativa la presentaron *Lutjanus griseus*, *Vieja synspila* y *Gobioides brussouneti* cada una con un 0.01% (Fig. 33).

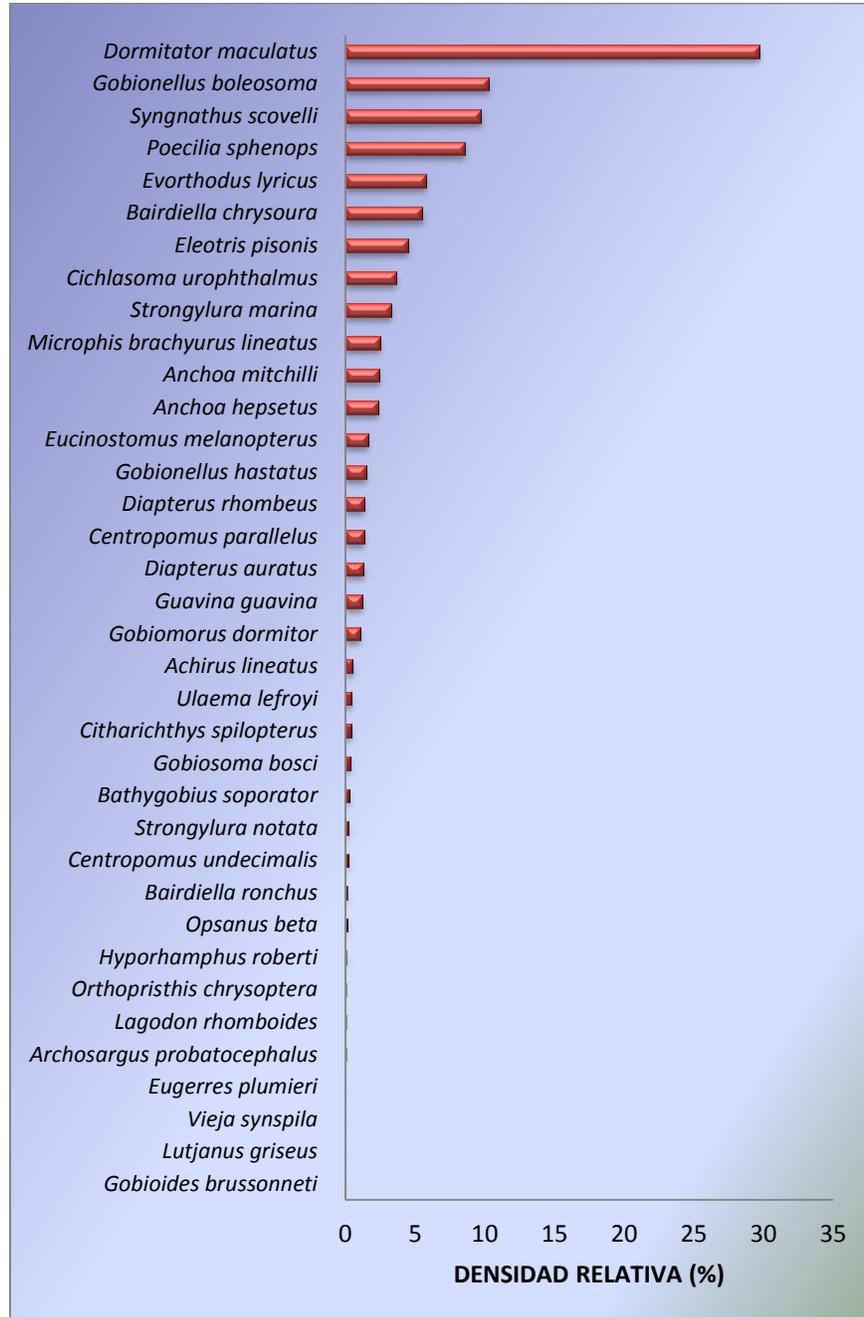


Fig. 33. Densidad relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2009.

Para la temporada de secas 2010 se reportó una densidad promedio de 364.23 ind/100 m², la estación 14 ubicada hacia el noroeste de La Redonda fue la de mayor densidad 639.53 ind/100 m², seguida por la 11 con 632.15 ind/100 m² ubicada hacia el noreste de La Redonda; la menor densidad promedio se registró en la 15 con un 79.69 ind/100 m² (Fig.34 y 35).

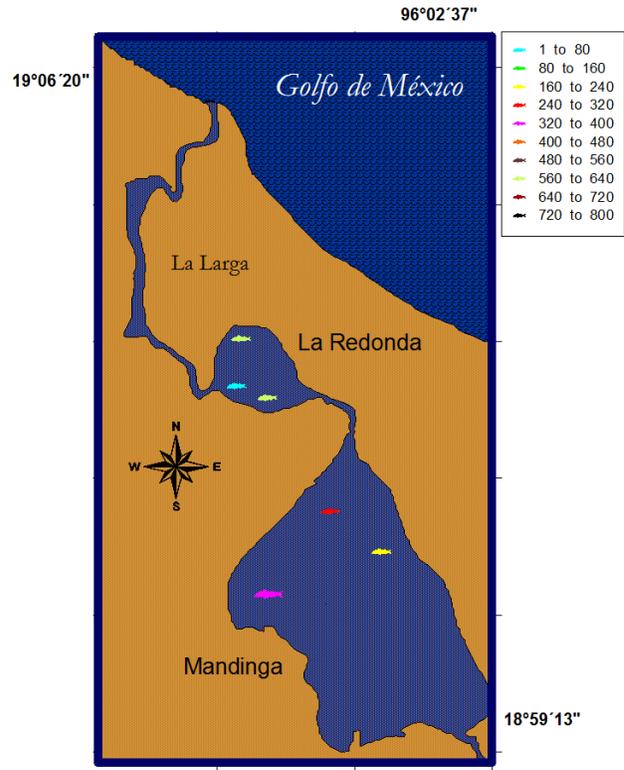


Fig. 34. Distribución de la densidad promedio (ind/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2010.

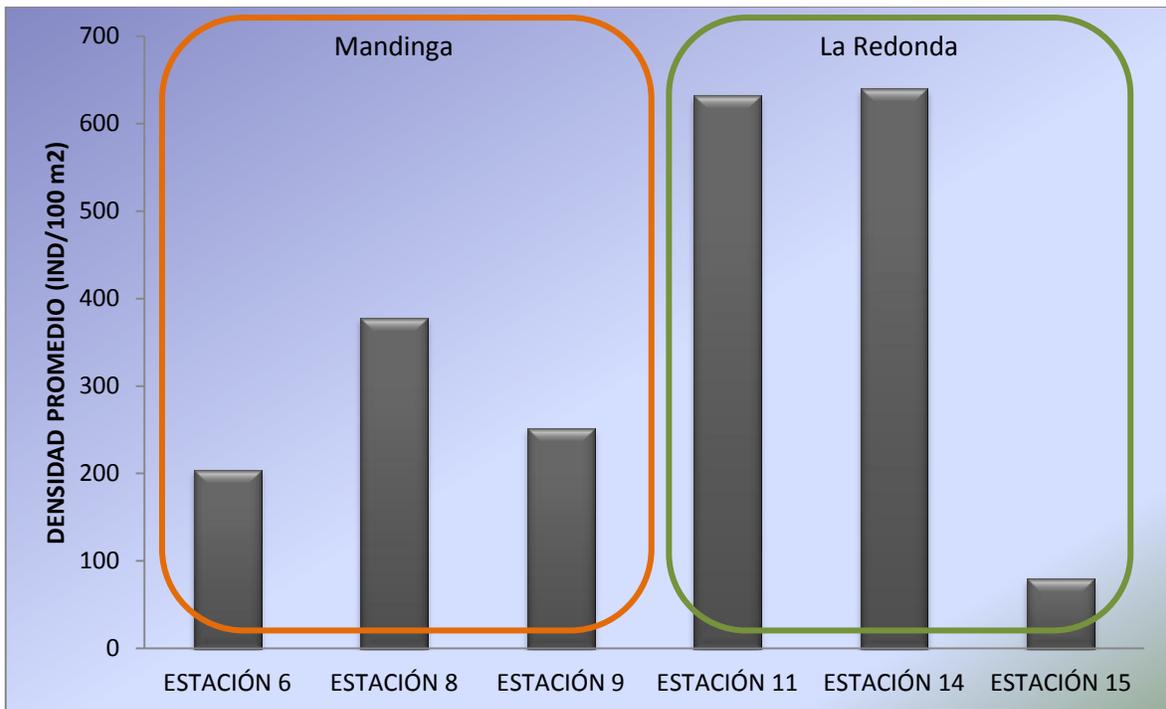


Fig. 35. Densidad promedio (ind/100 m²) por estación, correspondiente a la temporada de secas 2010.

Las especies con la mayor densidad relativa fueron *Bairdiella chrysoura* con el 31.11% y *Dormitator maculatus* con el 26.31% mientras que las especies con la menor densidad fueron *Oligoplites saurus*, *Selene setapinnis*, *Selene vomer* y *Citharichthys spilopterus* con el 0.009% (Fig. 36).

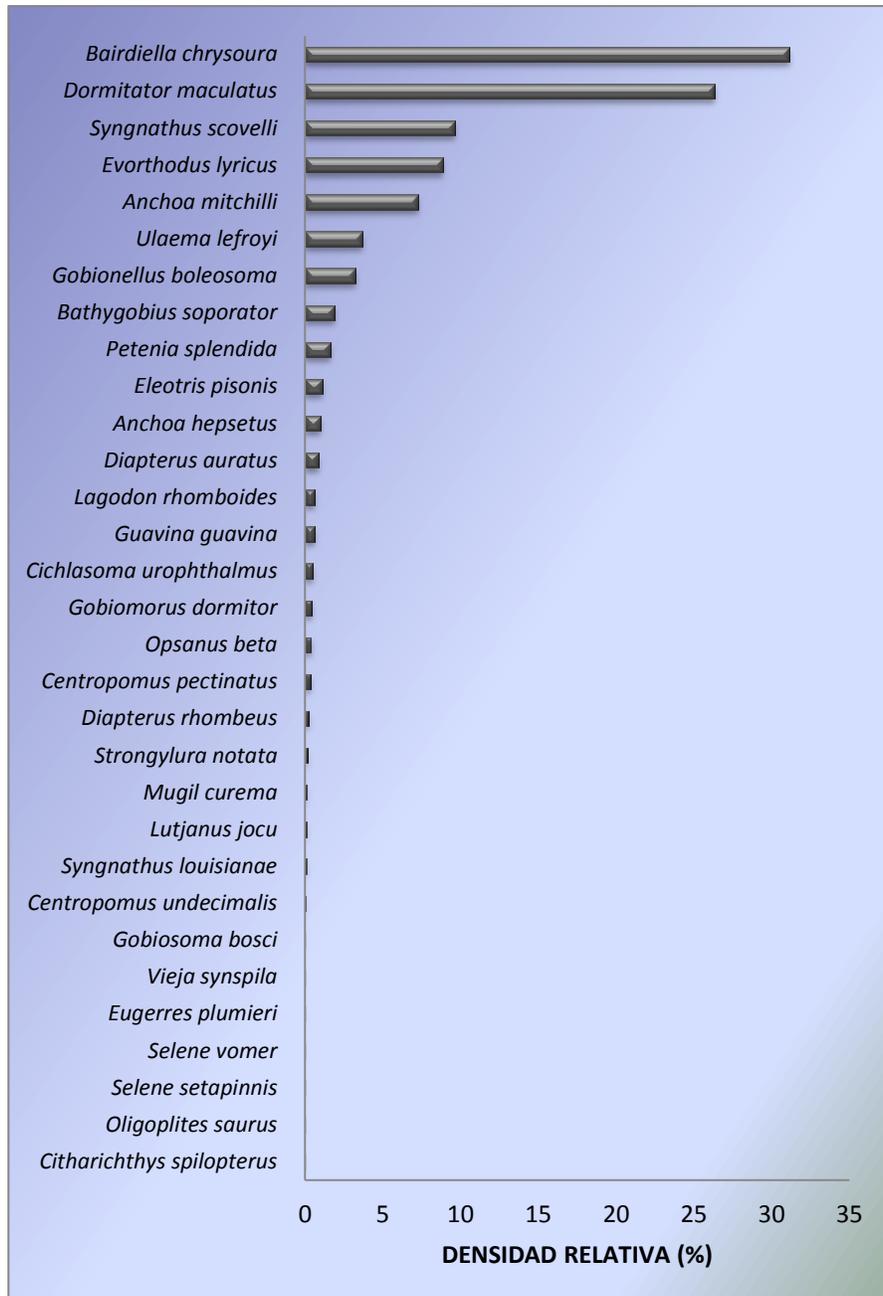


Fig. 36. Densidad relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2010.

Riqueza específica y Frecuencia Relativa

Para la temporada de secas del 2007 la estación que presentó la mayor riqueza específica fue la 10 con 11 especies de 26 que se registraron para la temporada, ubicada en el sureste de La Redonda, mientras que las estaciones 9, ubicada hacia el norte de Mandinga y la estación 2 hacia el sur de la misma, presentaron la menor riqueza específica con 4 y 3 especies correspondientemente (Fig. 37 y 38).

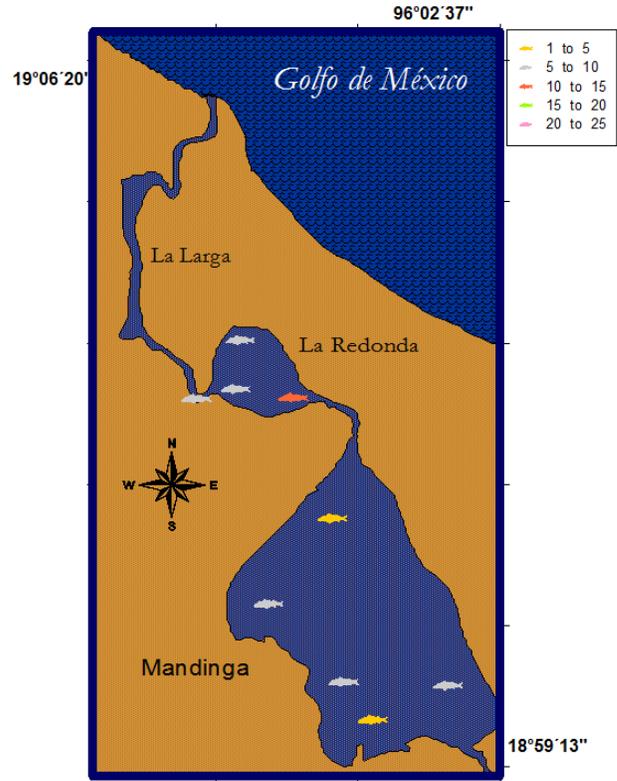


Fig. 37. Distribución de la riqueza específica por estación, durante la temporada de secas 2007.

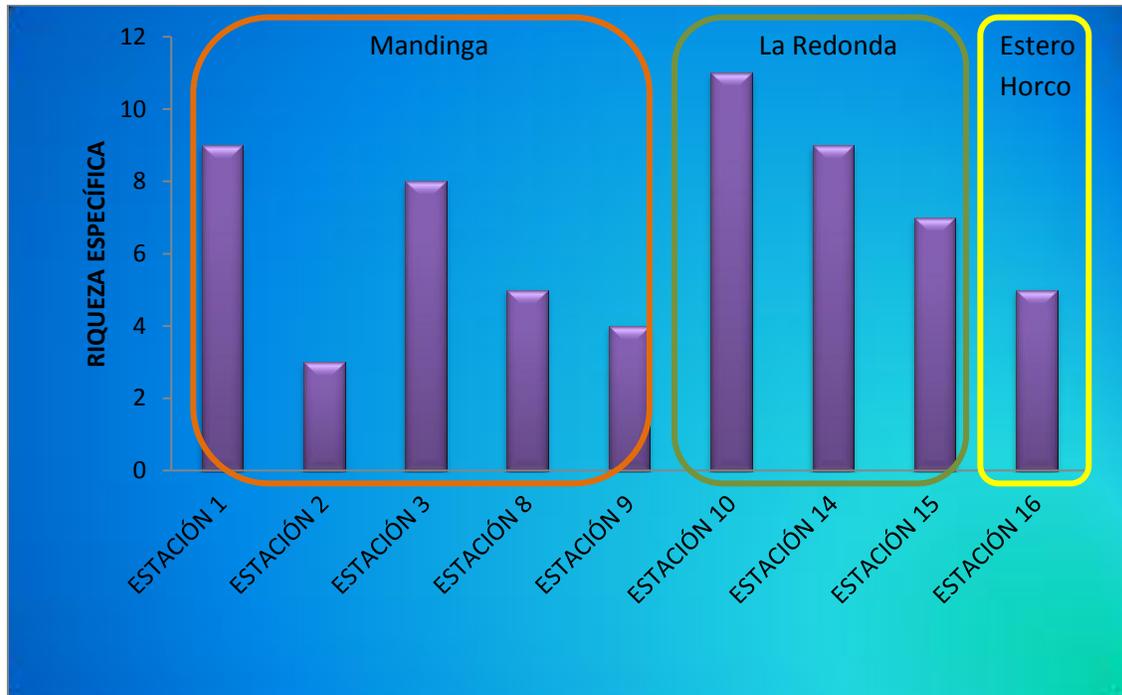


Fig. 38. Riqueza específica por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2007.

Para esta temporada las especies con la mayor frecuencia relativa fue *Diapterus rhombeus* con el 11.47% seguida por *Centropomus parallelus* y *Anchoa mitchilli* con 9.83% y presentando la menor frecuencia relativa *Achirus lineatus*, *Ariopsis felis*, *Membras martinica*, *Eleotris pisonis*, *Gobiomorus dormitor*, *Orthopristis chrysoptera*, *Anchoa hepsetus*, *Diapterus auratus*, *Eugerres plumieri*, *Gobionellus hastatus*, *Hyporhamphus roberti roberti*, *Lutjanus griseus*, *Mugil cephalus* y *Mugil curema*, cada una de ellas con un 1.6% (Fig. 39).

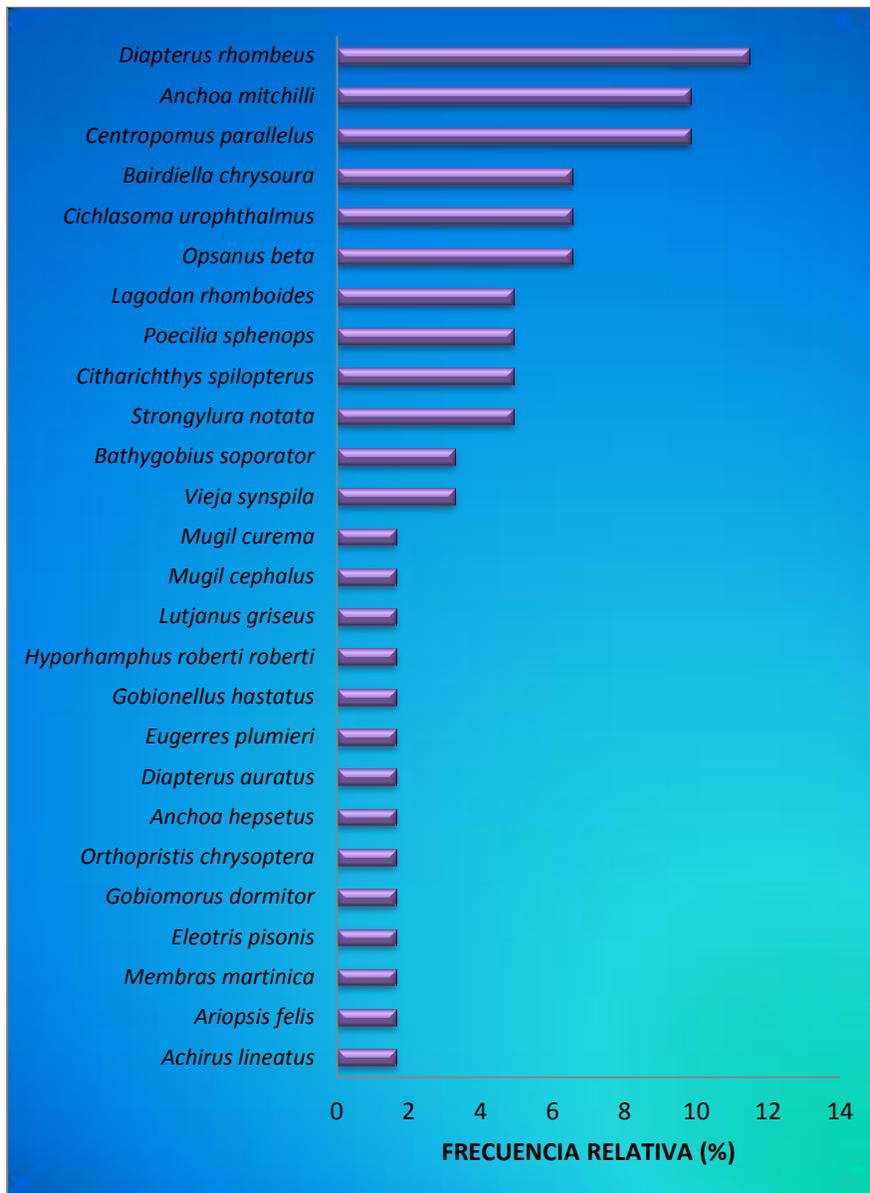


Fig. 39. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas en el SML durante la temporada de secas del 2007.



Fig. 40. Distribución de la riqueza específica por estación, durante la temporada de secas 2008.

Durante la temporada de secas del 2008 la estación que presentó la mayor riqueza específica fue la 14 con 20 especies de 34 que se registraron para la temporada, seguida por la estación 11 con 14 especies, estas estaciones se ubicaron hacia el norte de La Redonda, mientras que las estaciones que presentaron la menor riqueza específica fueron la estación 3 ubicada en el suroeste de Mandinga y la 18 localizada hacia el norte de La Larga, en las cuales solo se recolectó 1 especie (Fig. 40 y 41).

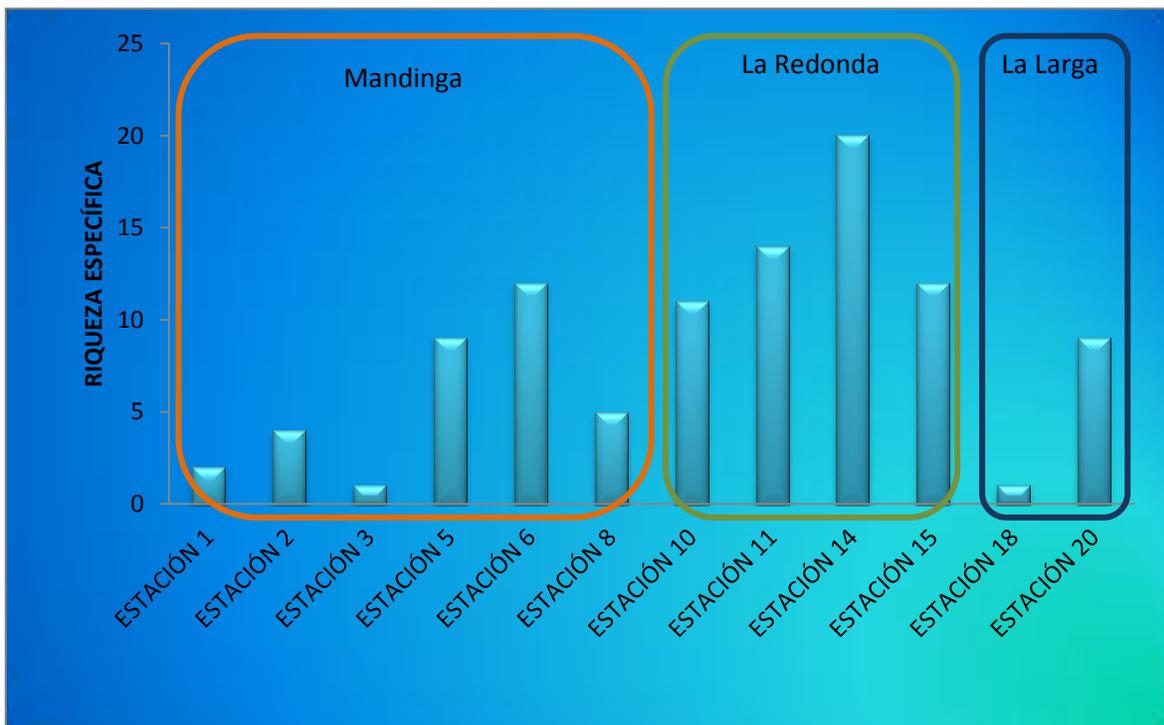


Fig. 41. Riqueza específica por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2008

La especie con mayor frecuencia relativa fue *Anchoa mitchilli* con el 10%, seguida por *Strongylura notata* con un 9% y presentando la menor frecuencia relativa *Caranx latus*, *Anchoa hepsetus*, *Eucinostomus melanopterus*, *Gobioides broussoneti*, *Haemulon flavolineatum*, *Hyporhamphus roberti roberti*, *Lutjanus synagris*, *Bairdiella ronchus* y *Lagodon rhomboides* todas con 1% (Fig. 42).

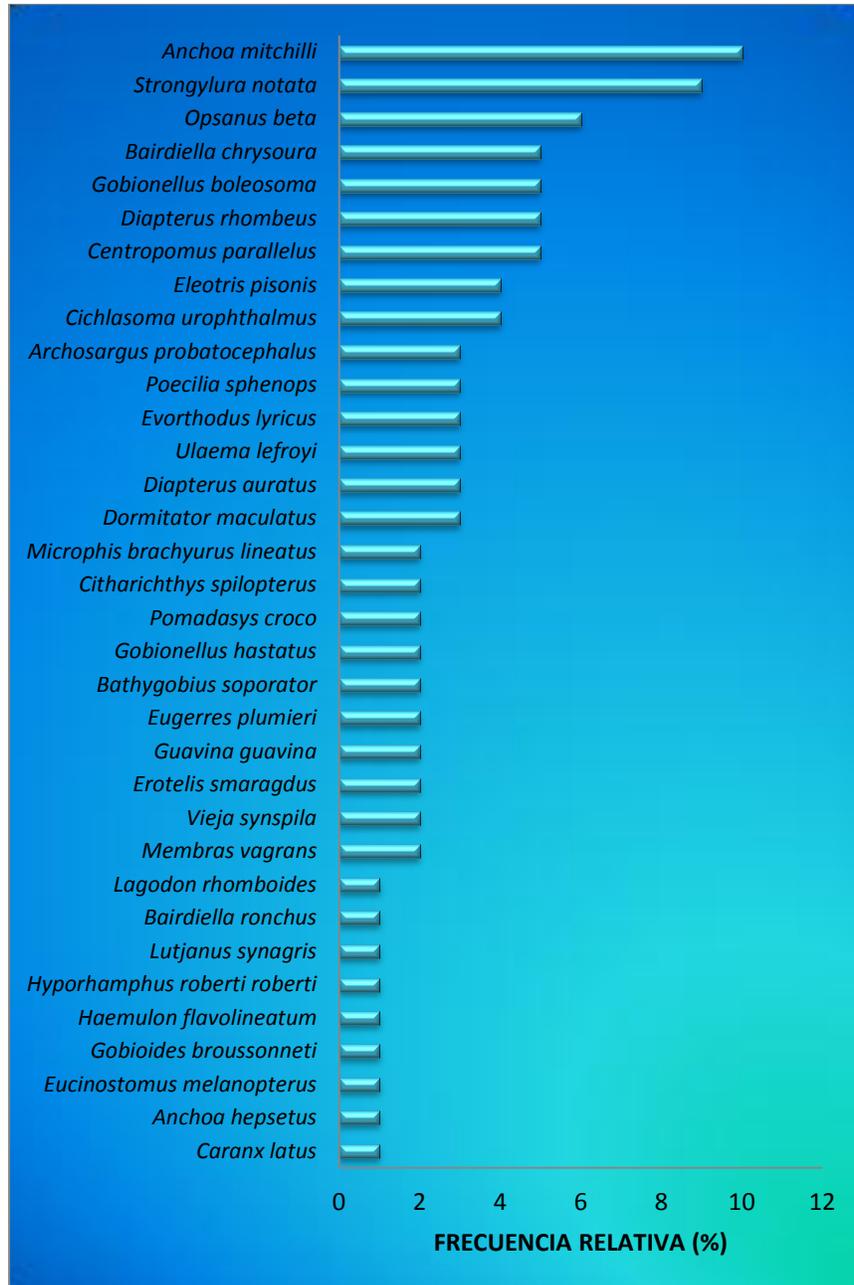


Fig.42. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas en el SML durante la temporada de secas del 2008.

Para la temporada de lluvias del 2008 las estaciones que presentaron la mayor riqueza específica fueron la 6 y 8 ubicadas en Mandinga y la estación 11 presente en noreste de La Redonda, cada una con 20 especies de las 39 que se registraron para la temporada. Contrario a esto, la estación 2 fue la que presentó la menor riqueza específica con 12 especies, esta se ubica en el sur de Mandinga (Fig. 43 y 44).

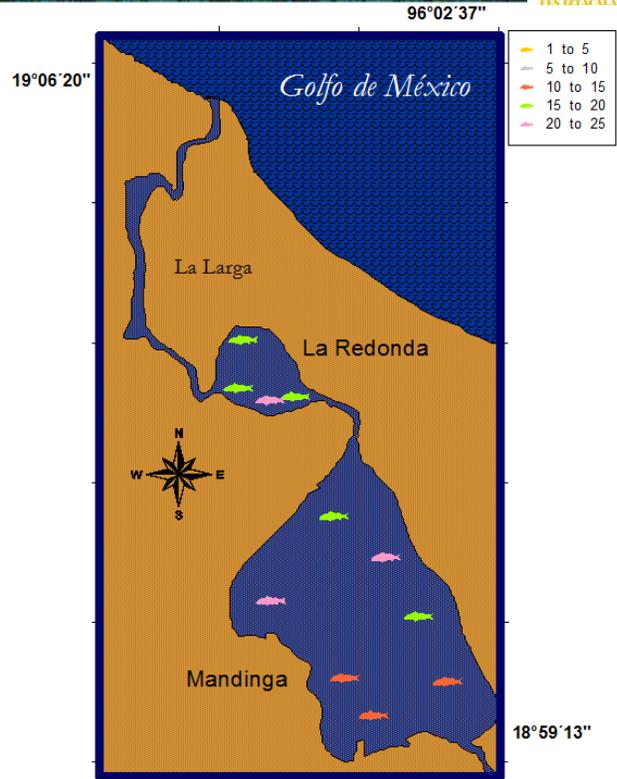


Fig. 43. Distribución de la riqueza específica por estación, durante la temporada de lluvias 2008

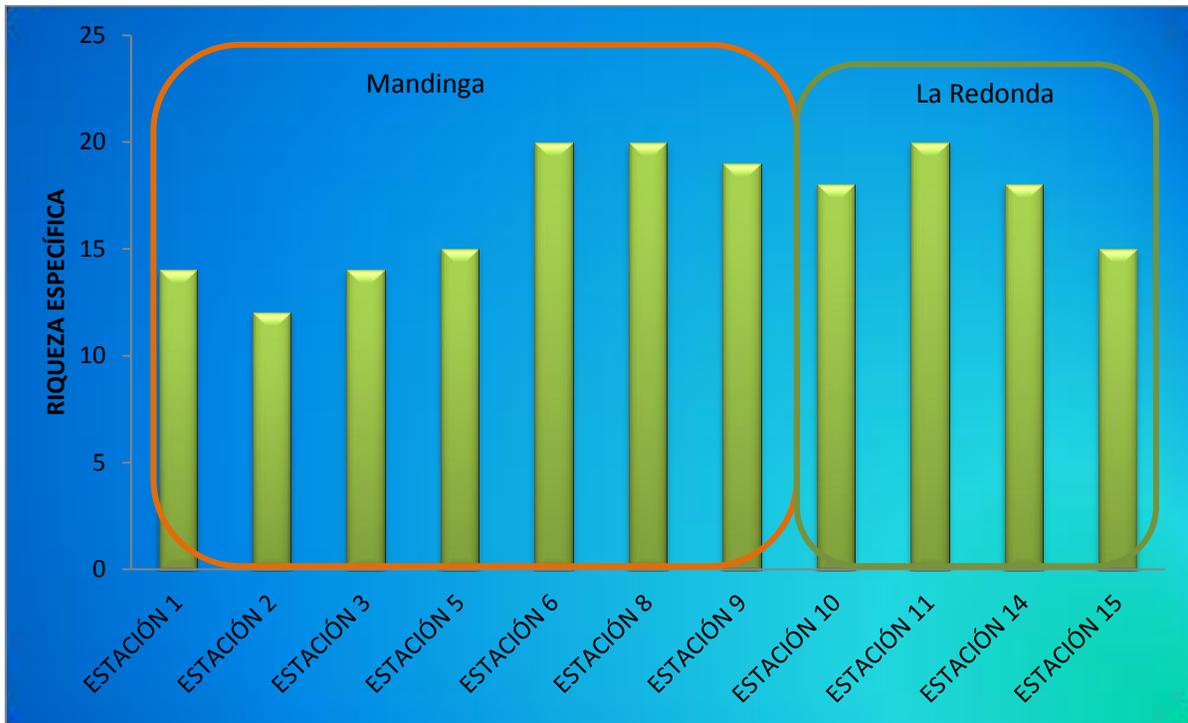


Fig. 44. Riqueza específica por estación de las especies colectadas, durante la temporada de lluvias de 2008.

Las especies con la mayor frecuencia relativa fueron *Bairdiella chrysoura* y *Syngnathus scovelli* con el 5.94%; la menor frecuencia relativa la presentaron *Caranx hippos*, *Oligoplites saurus*, *Centropomus undecimalis*, *Vieja synspila*, *Gobionellus hastatus*, *Microdesmus carri*, *Poecilia sphenops*, *Archosargus probatocephalus*, *Lagodon rhomboides* y *Sphyaena barracuda* con 0.54% (Fig. 45).

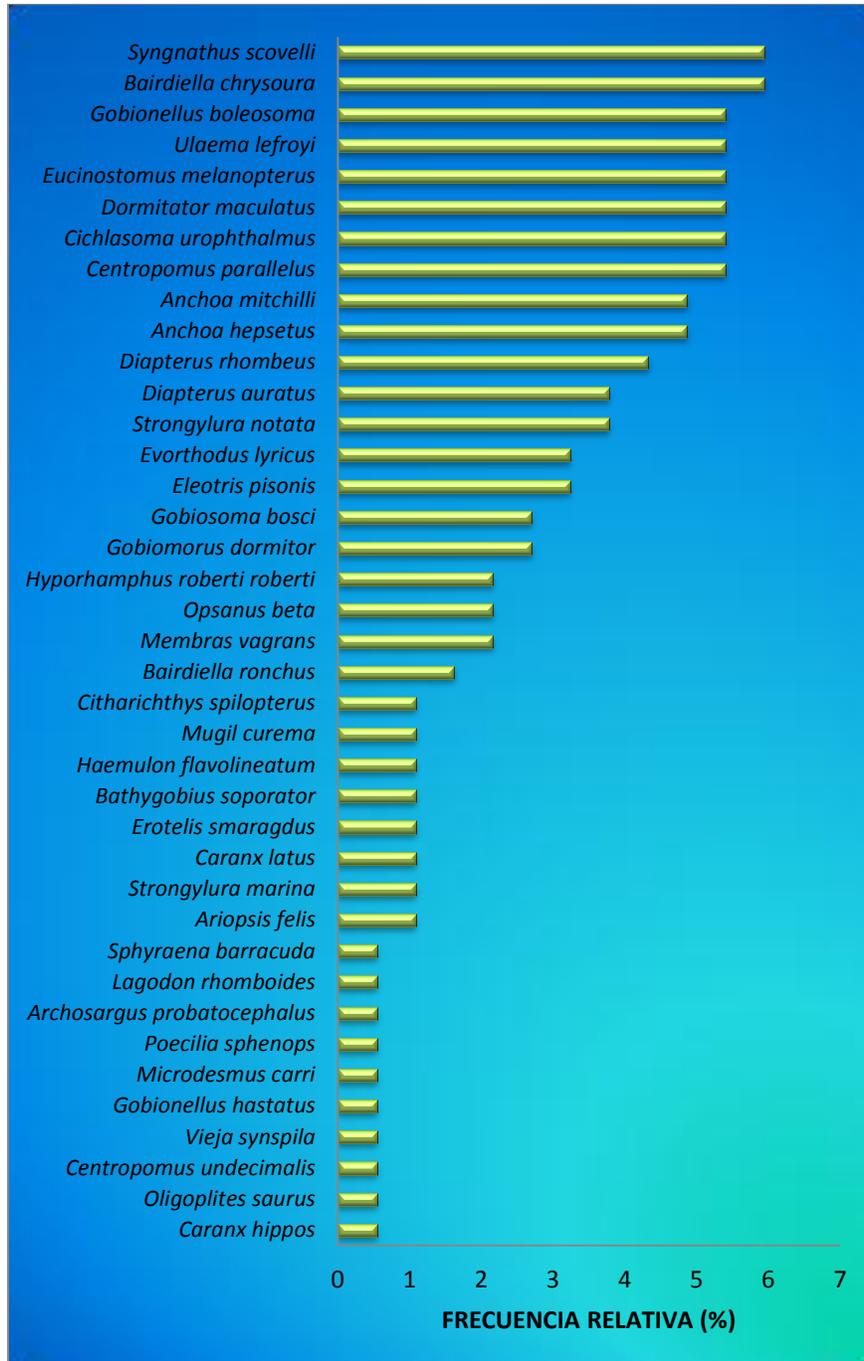
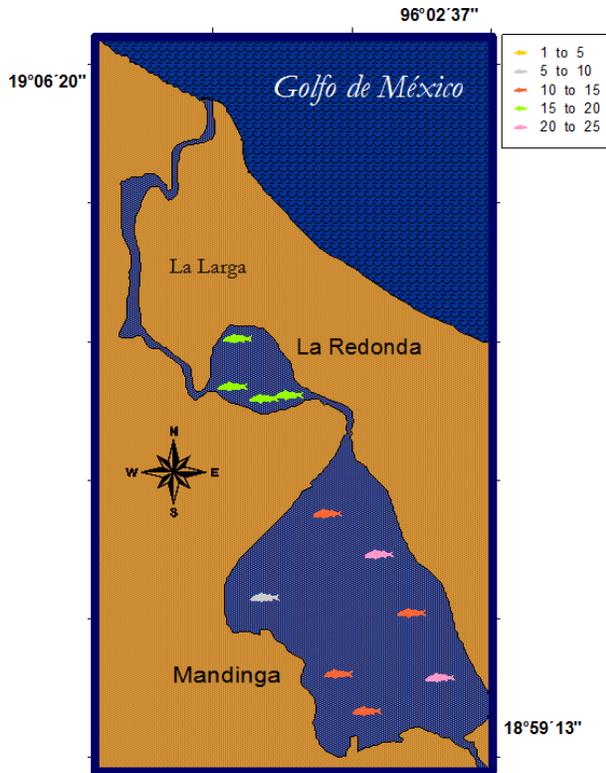


Fig. 45. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas en el SML durante la temporada de lluvias del 2008.



En la temporada de secas del 2009 las estaciones con la mayor riqueza específica fueron la 6 y 1 con 20 especies de 36 que se registraron para la temporada, ubicadas hacia la parte este y sureste de Mandinga, siendo la estación 8 la de menor riqueza específica con 6 especies, está presente hacia el oeste de Mandinga (Fig. 46 y 47).

Fig. 46. Distribución de la riqueza específica por estación, durante la temporada de secas 2009.

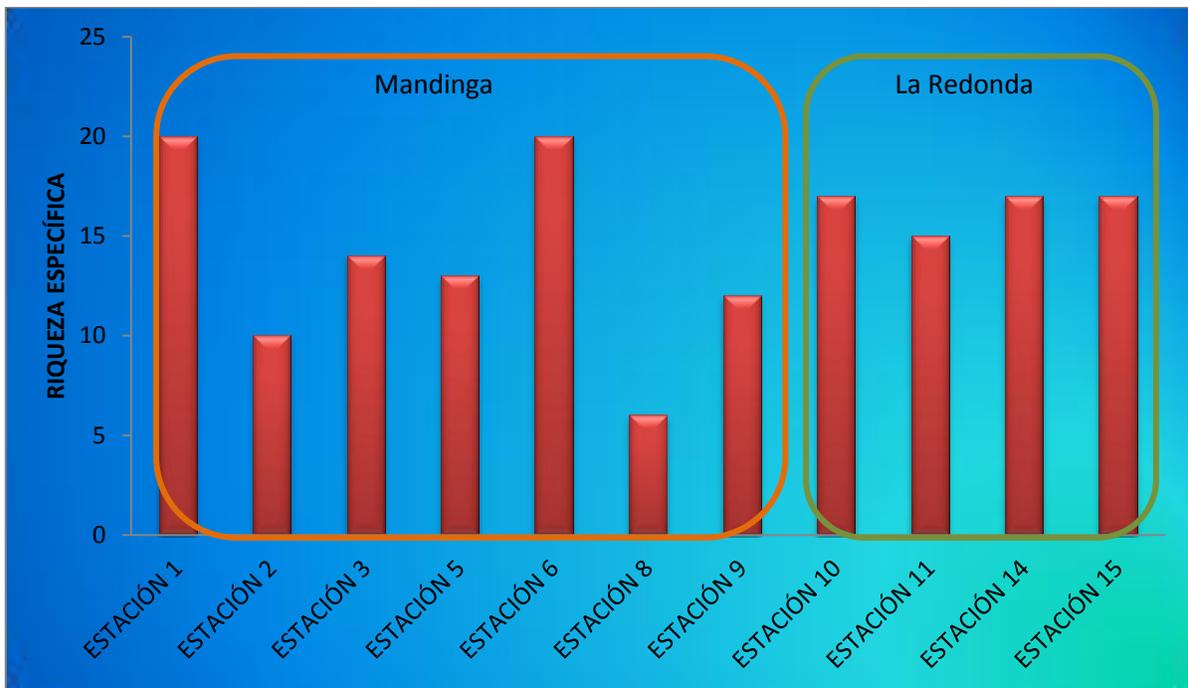


Fig. 47. Riqueza específica por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2009.

Las especies con mayor frecuencia relativa fueron *Anchoa hepsetus* y *Anchoa mitchilli* con el 6.21%, seguida por *Bairdiella chrysoura* y *Eleotris pisonis* con un 5.59% y presentando la menor frecuencia relativa *Archosargus probatocephalus*, *Gobioides brussonneti*, *Gobionellus hastatus*, *Lagodon rhomboides*, *Lutjanus griseus*, *Orthopristhis chrysoptera* y *Vieja synspila* con 0.62% (Fig. 48).

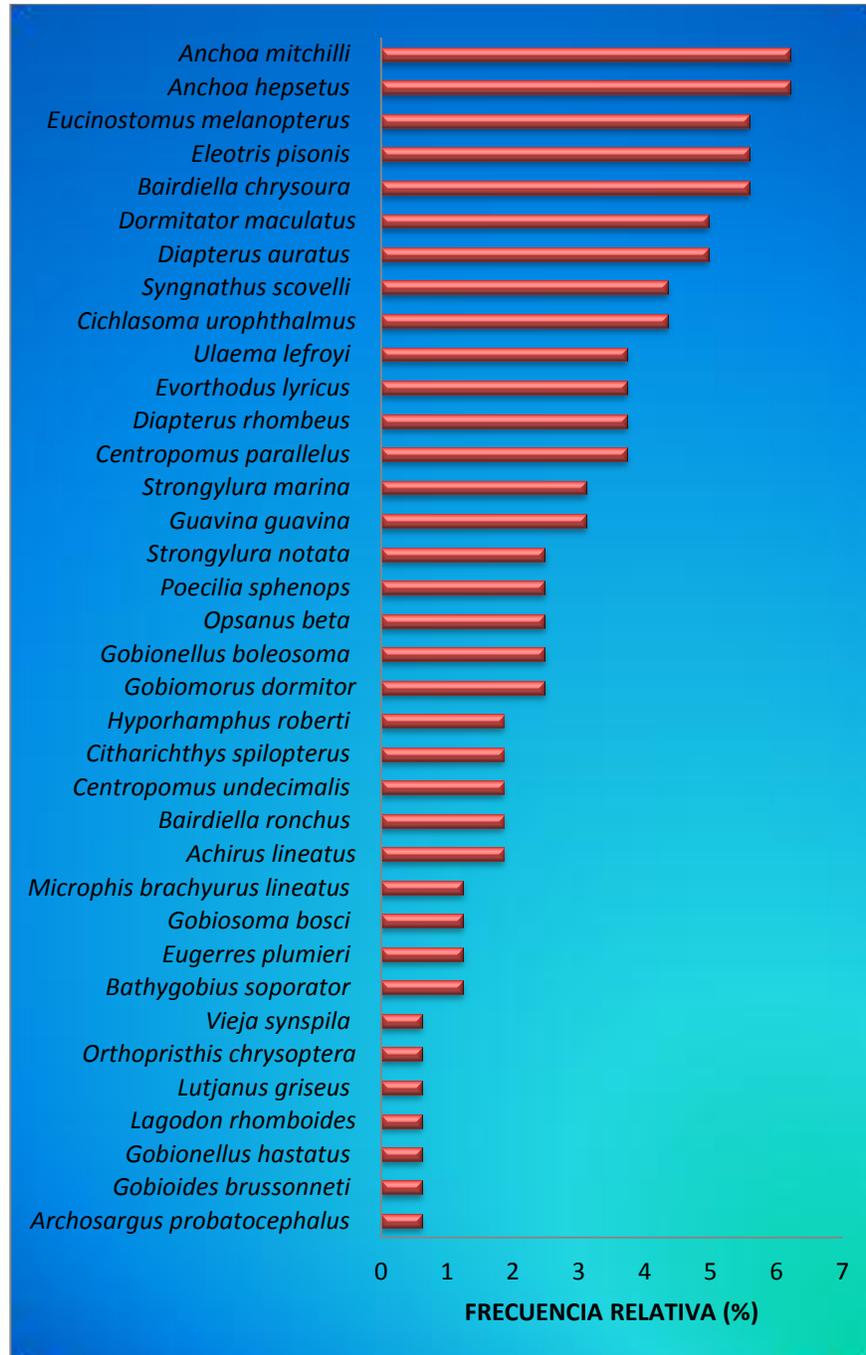


Fig. 40. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas en el SML durante la temporada de secas del 2009.

Para la temporada de secas del 2010, la estación 14 ubicada hacia el noroeste de La Redonda, fue la que presentó la mayor riqueza específica, registrando 23 especies de 31 que se reportaron para la temporada. Contrario a esto las estaciones 15 y 11 fueron las de menor riqueza específica con 12 especies y 9 especies correspondientemente, ubicadas también en La Redonda (Fig. 49 y 50).

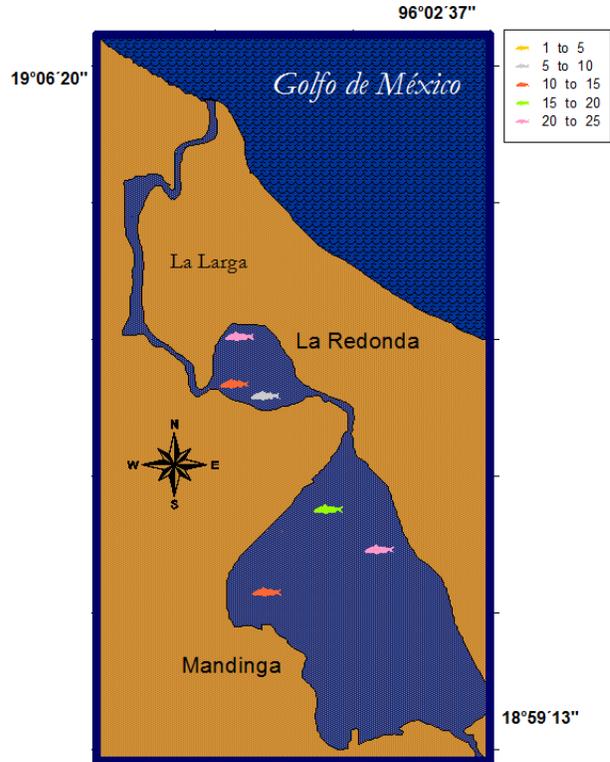


Fig. 49. Distribución de la riqueza específica por estación, durante la temporada de secas 2010.

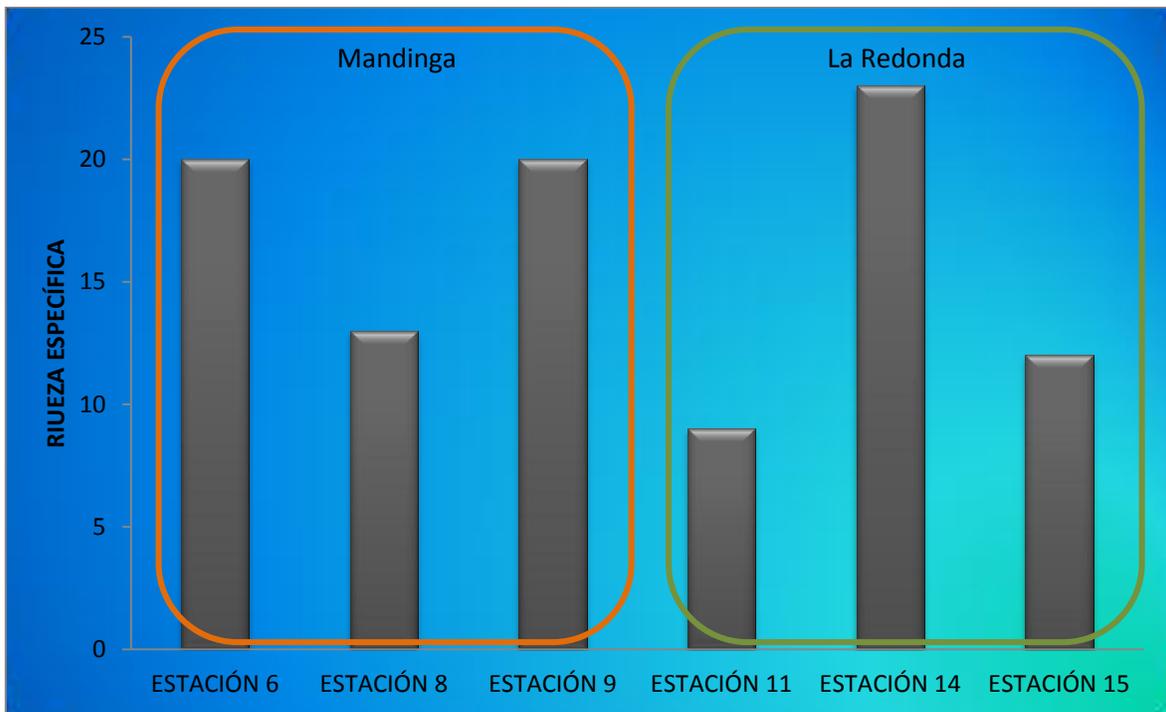


Fig. 50. Riqueza específica por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2010.

Las especies que presentaron la mayor frecuencia relativa fueron *Opsanus beta*, *Strongylura notata*, *Oligoplites saurus*, *Centropomus pectinatus*, *Vieja synspila* y *Eugerres plumieri* con el 6.31%; la menor frecuencia relativa la presentaron *Diapterus rhombeus*, *Gobiosoma bosci*, *Lutjanus jocu*, *Mugil curema*, *Citharichthys spilopterus*, *Bairdiella chrysoura*, *Lagodon rhomboides*, *Syngnathus louisianae* y *Syngnathus scovelli* todas ellas con el 1.05% (Fig. 51).

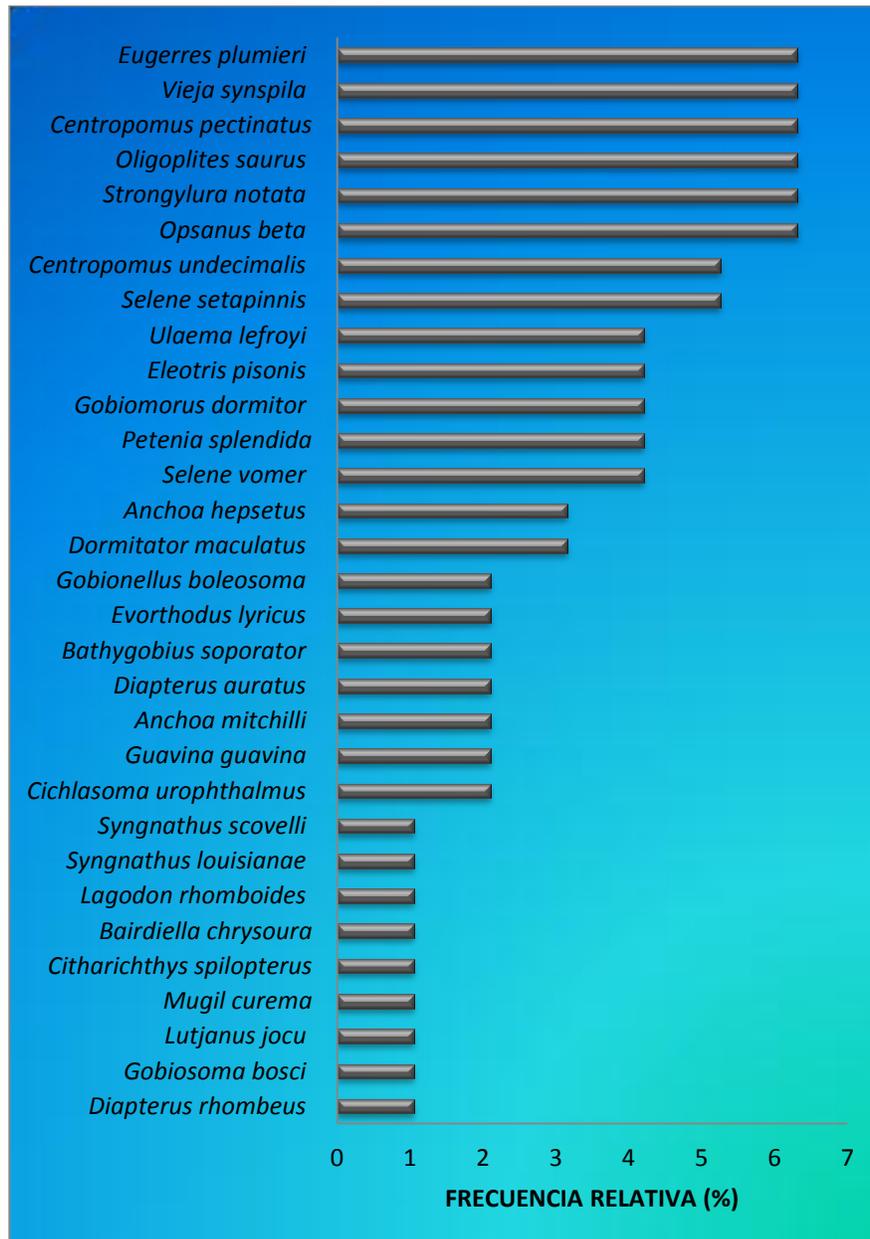


Fig. 51. Frecuencia relativa (%) de las especies colectadas en el SML durante la temporada de secas del 2010.

Biomasa promedio y Dominancia Relativa

La biomasa promedio que presentó el sistema lagunar para la temporada de secas del 2007 fue de 48.11 g/100 m². En el sureste de La Redonda (estación 10) se registró la mayor biomasa con 138.24 g/100 m², mientras que el mínimo se localizó en el sur de Mandinga (estación dos) con una captura de 4.71 g/100 m² (Fig. 52 y 53).

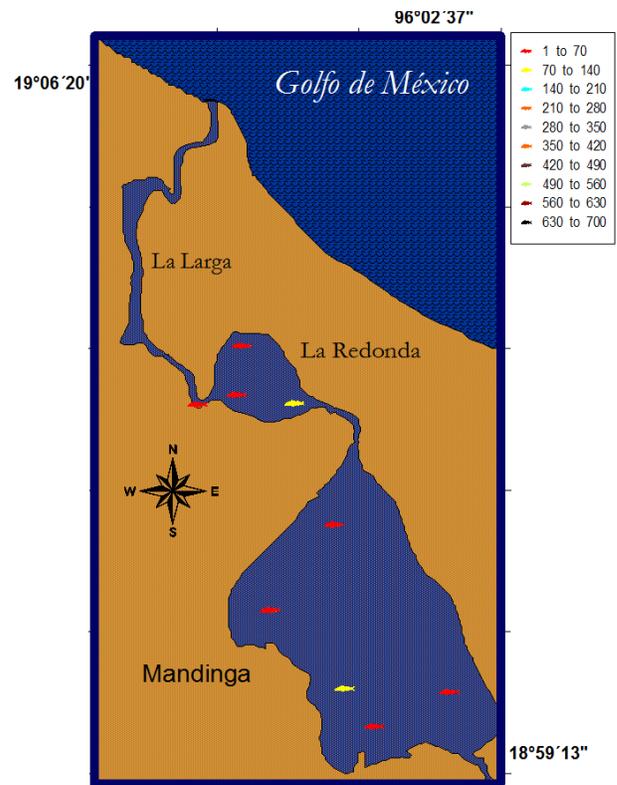


Fig. 52. Distribución de la biomasa promedio (g/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2007.

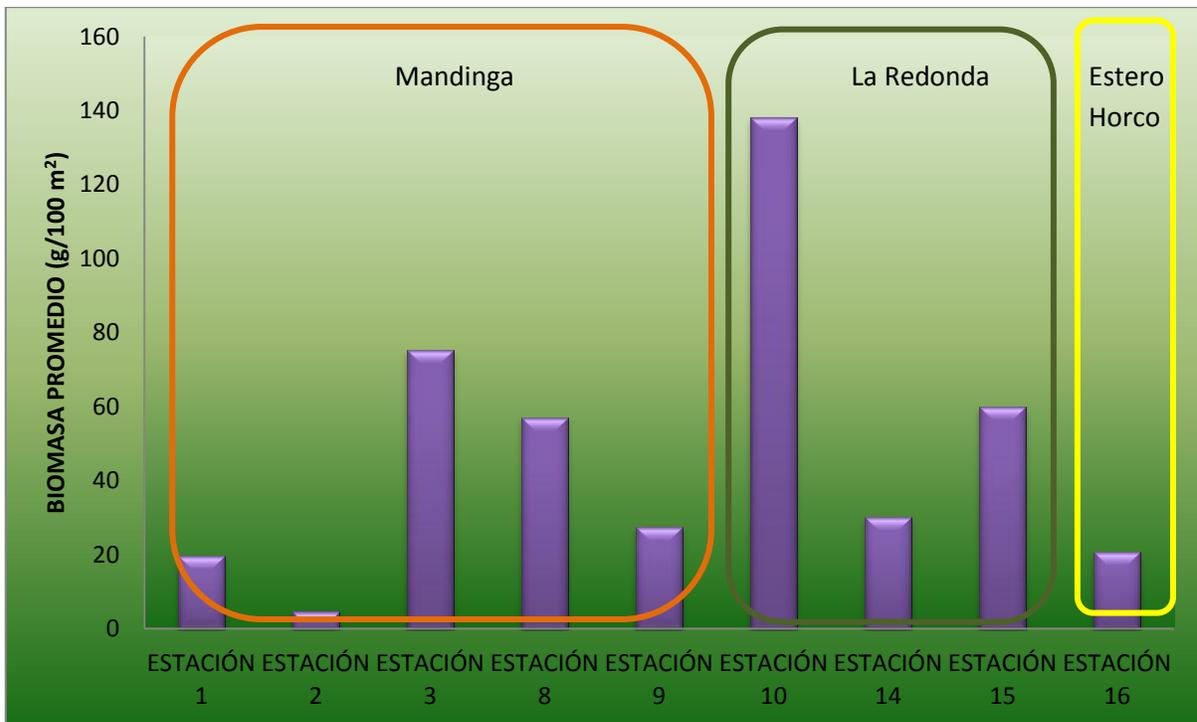


Fig. 53. Biomasa promedio (g/100 m²) por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2007.

La especie que presentó la mayor dominancia relativa para la temporada de secas del 2007 fue *Opsanus beta* con un 31.92%, seguida por *Vieja synspila* con 18.91% y *Cichlasoma urophthalmus* con el 9.18%. La especie que se registró con la menor dominancia relativa fue *Eleotris pisonis* con el 0.002% (Fig. 54).

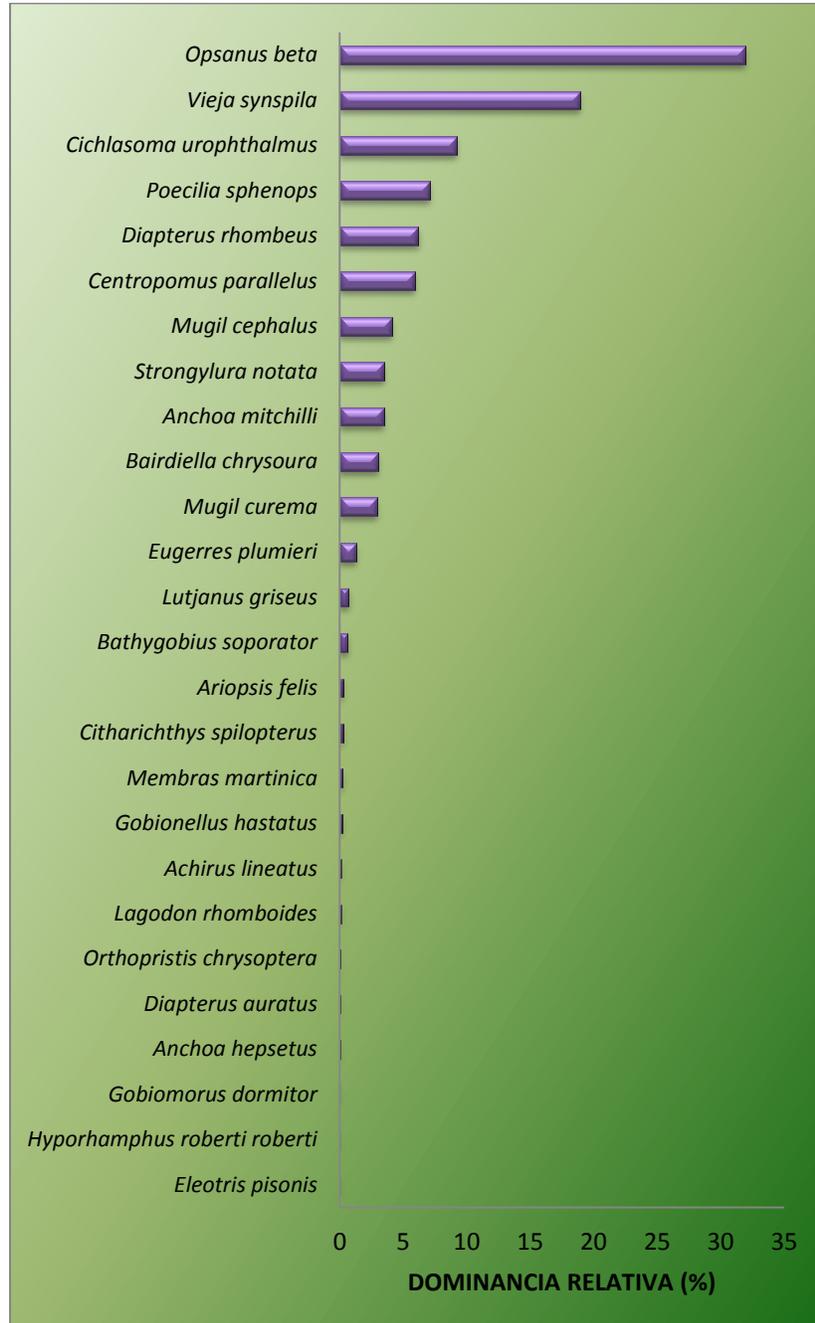
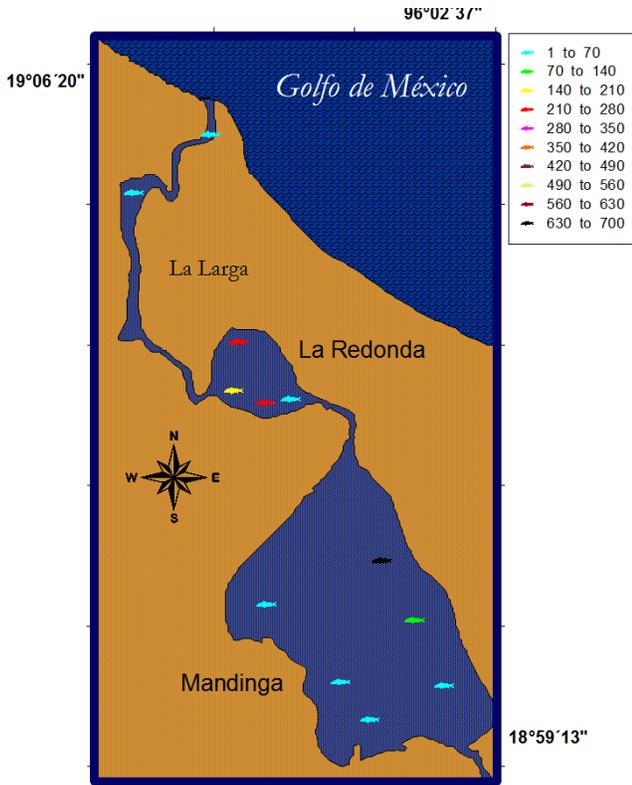


Fig. 54. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2007.



La biomasa promedio que se presentó en la temporada de secas del 2008 fue de 78.20 g/100 m². En el noreste de Mandinga (estación 6) se registró la mayor biomasa con 699.36 g/100 m², mientras que el mínimo se localizó al norte de La Larga (estación 18) con una captura de 1.55 g/100 m² (Fig. 55 y 56).

Fig. 55. Distribución de la biomasa promedio (g/100 m²) por estación, durante la temporada de secas 2008.

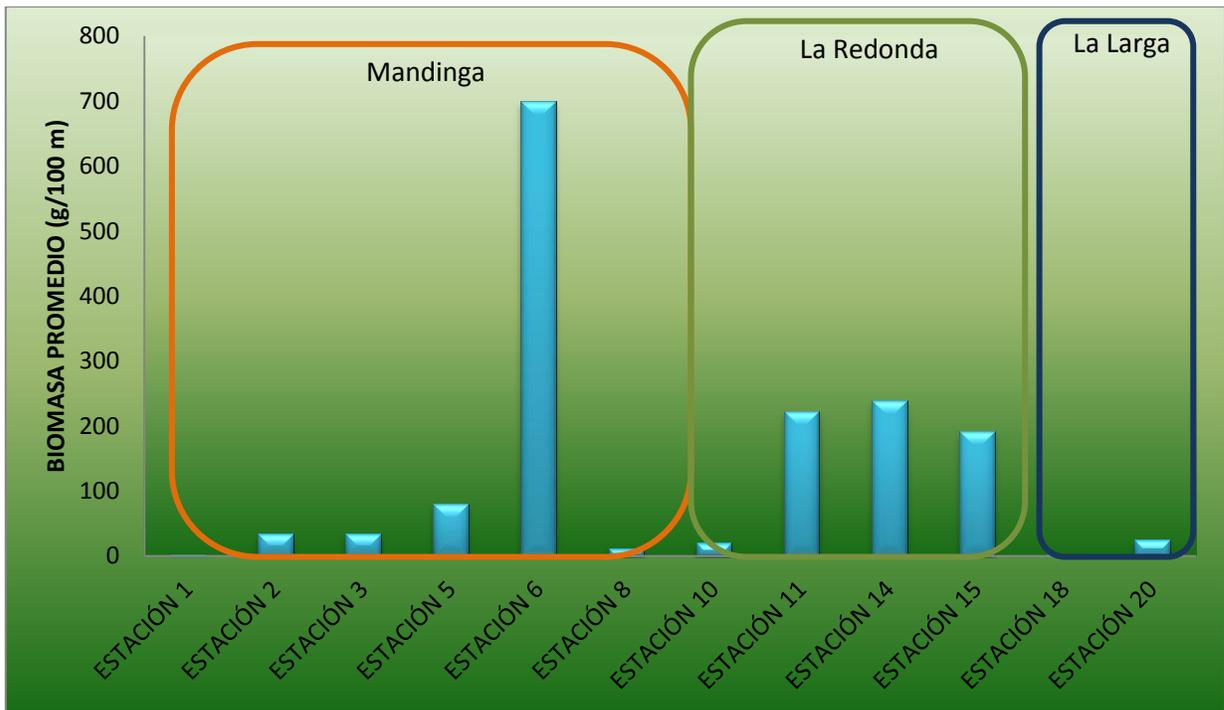


Fig. 56. Biomasa promedio (g/100 m²) por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2008.

Durante la temporada de secas del 2008 la especie que mostró la mayor dominancia relativa fue *Centropomus parallelus* con un 31.13%, seguida por *Cichlasoma urophthalmus* con 16.85%, mientras que las especies que registraron la menor dominancia relativa fueron *Ulaema lefroyi*, *Caranx latus* y *Gobionellus hastatus* con el 0.009%, 0.005% y 0.002% correspondientemente (Fig. 57).

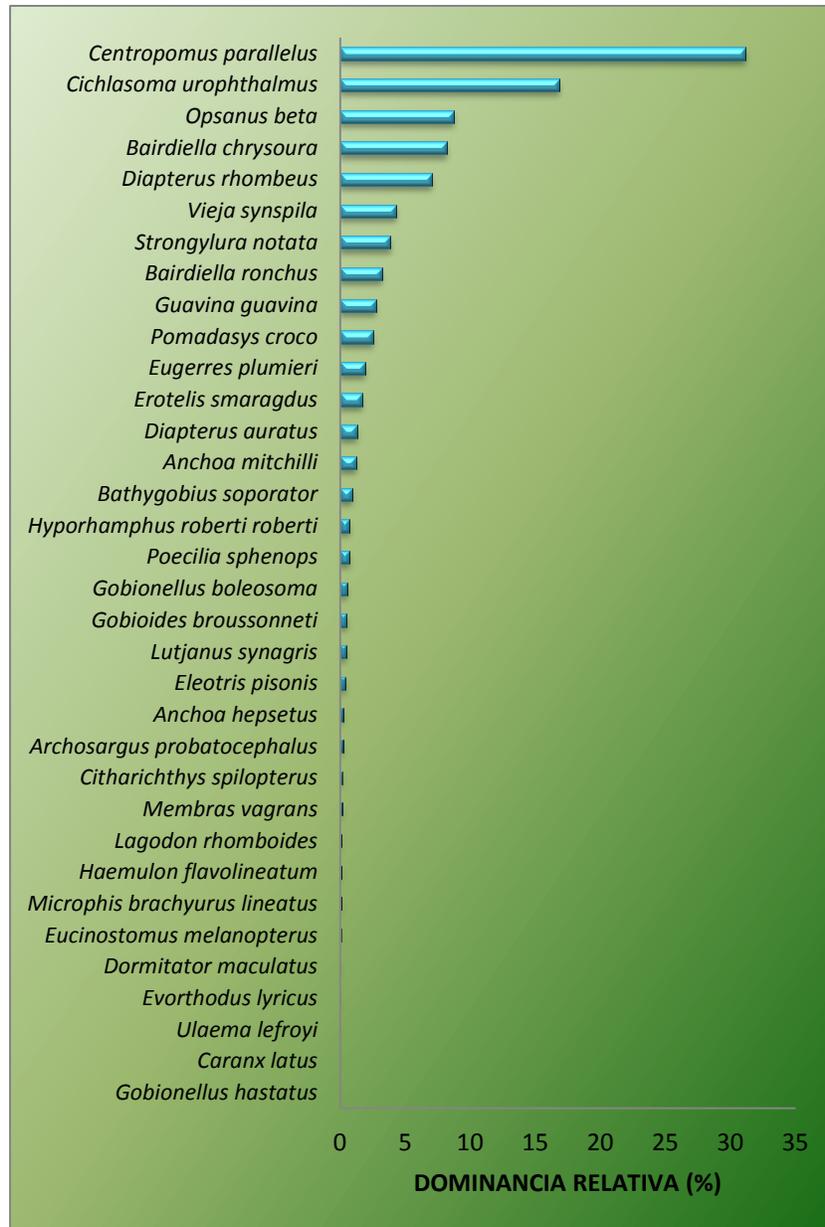


Fig. 57. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2008.

La biomasa promedio que presentó la temporada de lluvias del 2008 fue de 75.40 g/100 m². En el sureste de La Redonda (estación 10) se registró la mayor biomasa con 127.80 g/100 m², mientras que el mínimo se localizó en el sureste de Mandinga (estación 1) con una captura de 29.72 g/100 m² (Fig. 58 y 59).

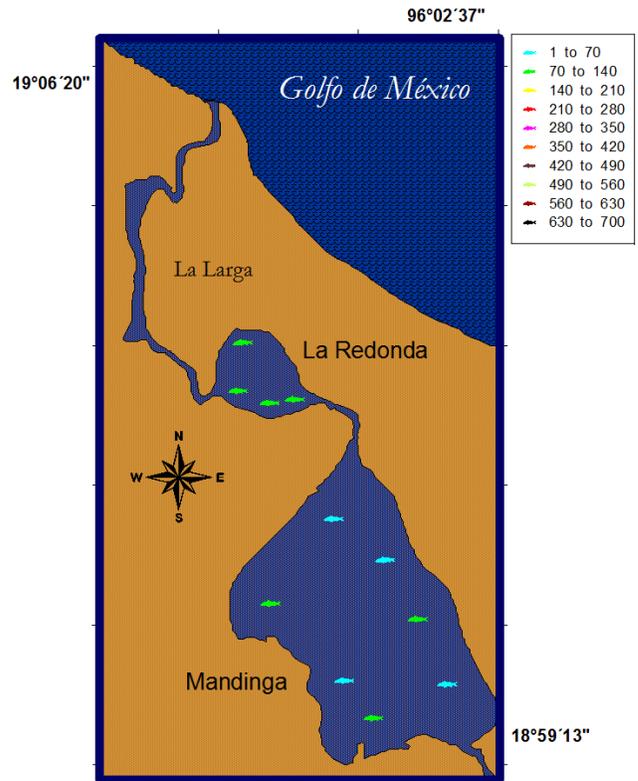


Fig. 58. Distribución de la biomasa promedio para el SLM durante la temporada de lluvias 2008.

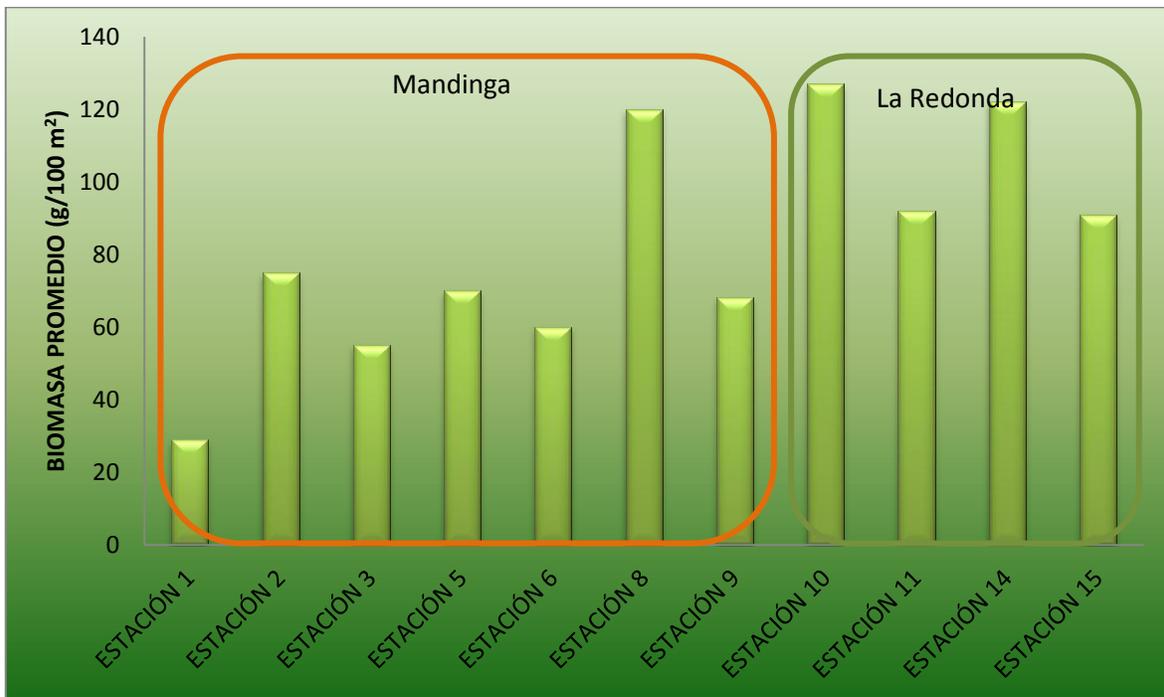


Fig. 59. Biomasa promedio (g/100 m²) por estación de las especies colectadas, durante la temporada de lluvias de 2008.

Para la temporada de lluvias del 2008 la especie *Cichlasoma urophthalmus* presentó la mayor dominancia relativa con un 15.64% seguida por *Bairdiella chrysoura* con el 13.38%, siendo las especies *Centropomus undecimalis* con 0.04%, *Microdesmus carri* con el 0.01% y *Lagodon rhomboides* con 0.0003% las que presentaron la menor dominancia relativa (Fig. 60).

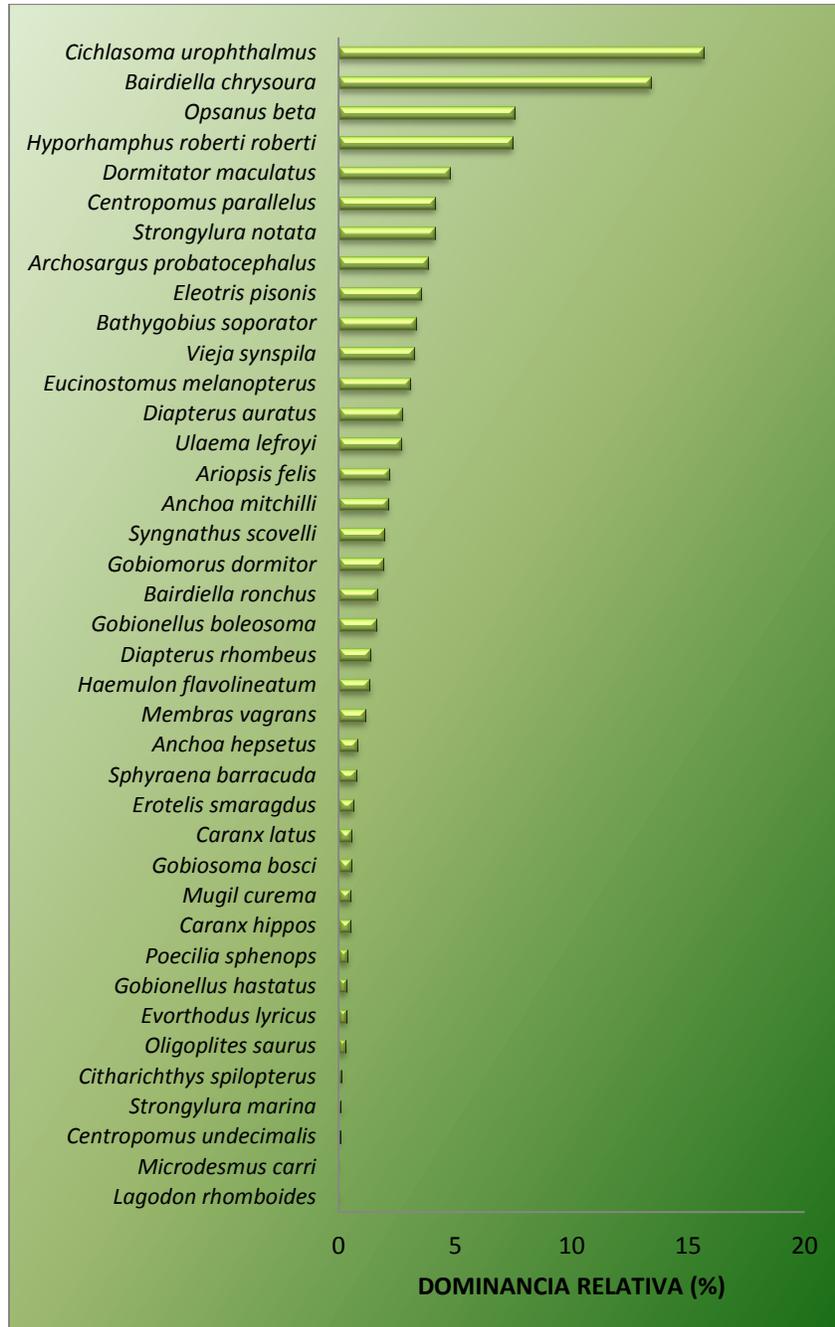
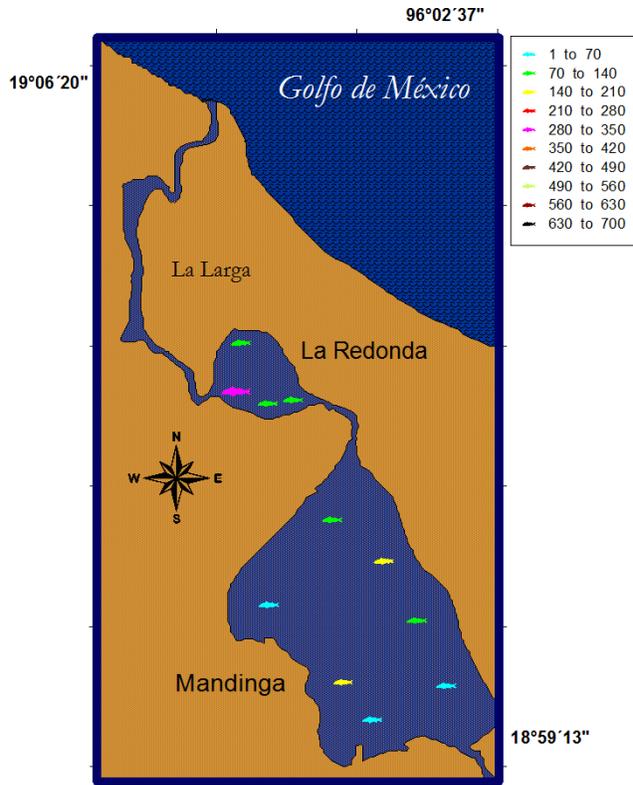


Fig. 60. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de lluvias del 2008.



La biomasa promedio que presentó la temporada de secas del 2009 fue de 113.73 g/100 m². En el suroeste de La Redonda (estación 15) se registró la mayor biomasa promedio con 281.77 g/100 m², mientras que el mínimo se localizó en el oeste de Mandinga (estación 8) con una captura de 4.26 g/100 m² (Fig.61 y 62).

Fig. 61. Distribución de la biomasa promedio para el SLM durante la temporada de secas 2009.

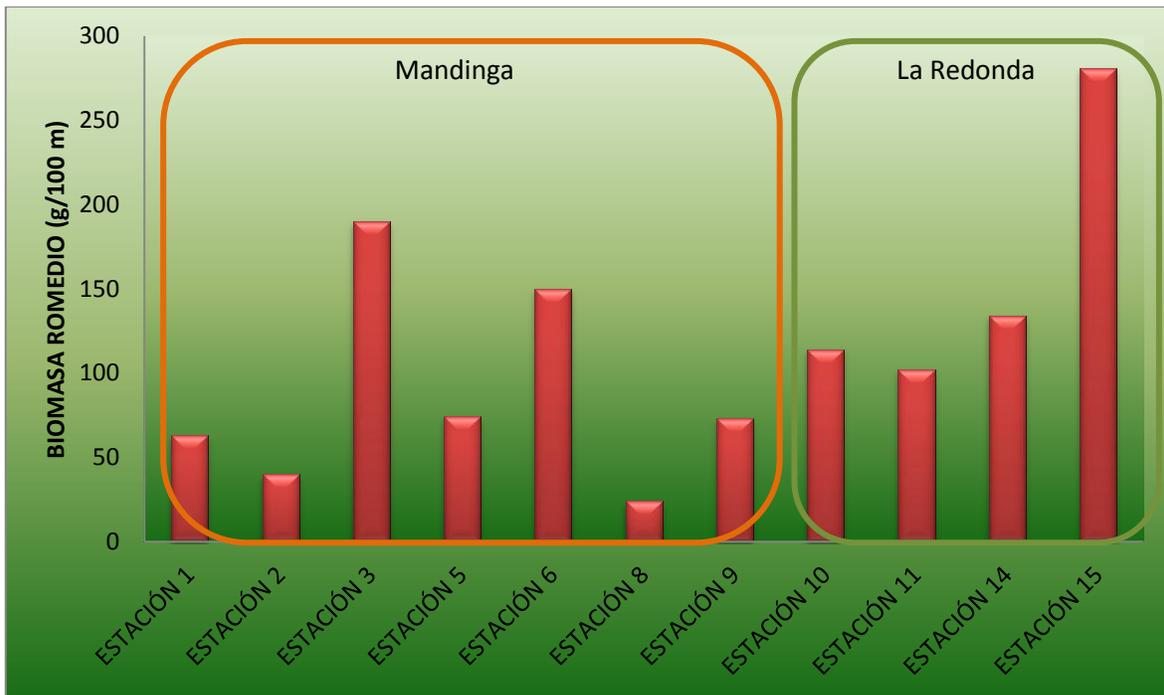


Fig. 62. Biomasa promedio (g/100 m²) por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2009.



En la temporada de secas del 2009 la especie que mostró la mayor dominancia relativa fue *Cichlasoma urophthalmus* con un 35.43%; las especies *Lutjanus griseus* 0.04%, *Ulaema lefroyi*, *Lagodon rhomboides* con 0.04% y *Gobioides brussonneti* con 0.02% las de menor dominancia relativa (Fig. 63).

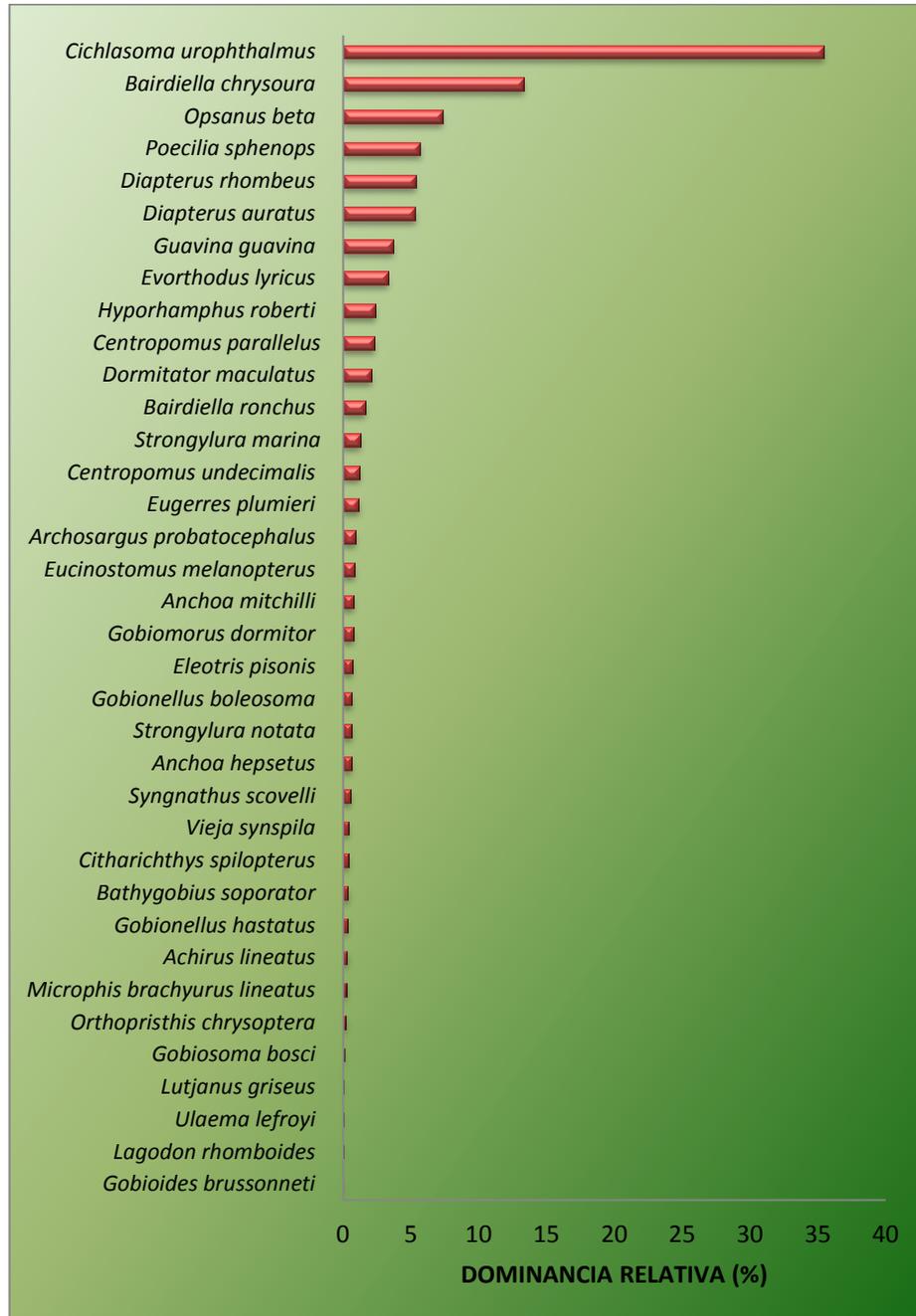


Fig. 63. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2009.

La biomasa promedio que se presentó en la temporada de secas del 2010 fue de 170.35 g/100 m². En el noroeste de La Redonda (estación 14) se registró la mayor biomasa promedio con 404.50 g/100 m², mientras que el mínimo se localizó en la estación 15 con una captura de 8.63 g/100 m² (Fig. 64 y 65).

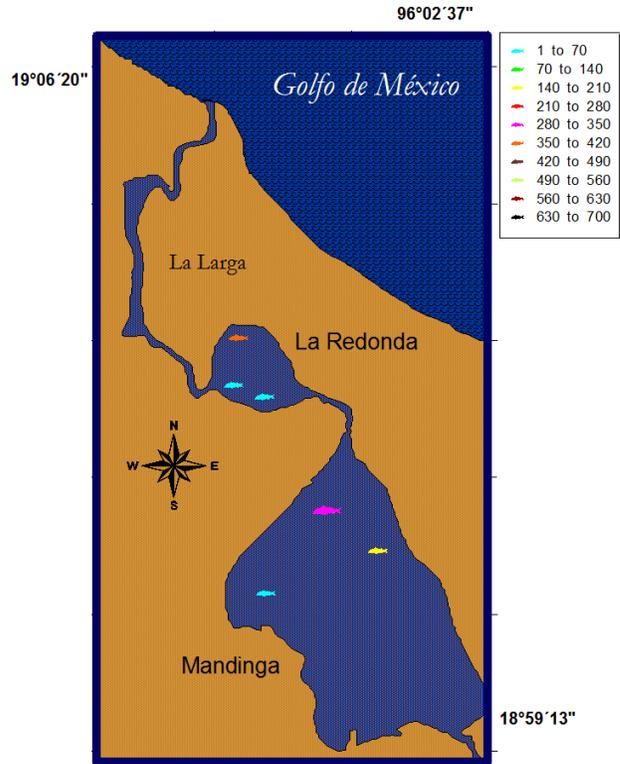


Fig. 64. Distribución de la biomasa promedio para el SLM durante la temporada de secas 2010.

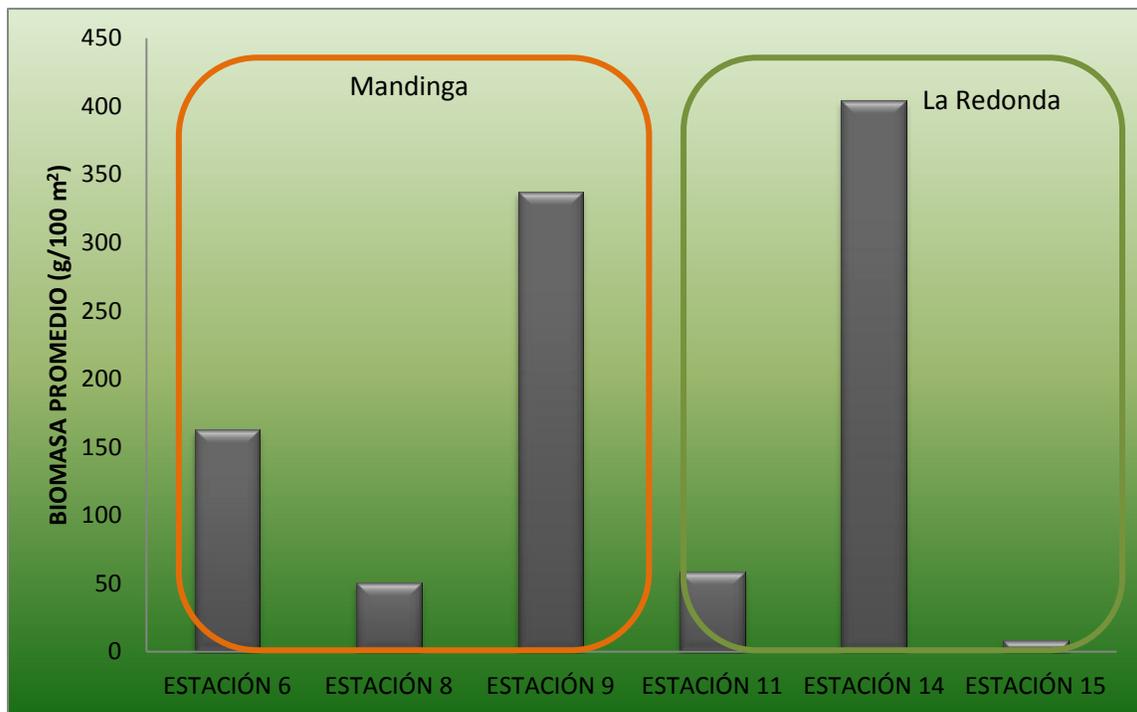


Fig. 65. Biomasa promedio (g/100 m²) por estación de las especies colectadas, durante la temporada de secas de 2010.

En la temporada de secas del 2010 la especie que presentó la mayor dominancia relativa fue *Opsanus beta* con un 23.17%, seguida por *Bairdiella chrysoura* con 17.43%, siendo *Cichlasoma urophthalmus* con el 0.06%, *Syngnathus louisianae* con el 0.03% y *Gobiosoma bosci* con el 0.01% las especies con la menor dominancia relativa (Fig. 66).

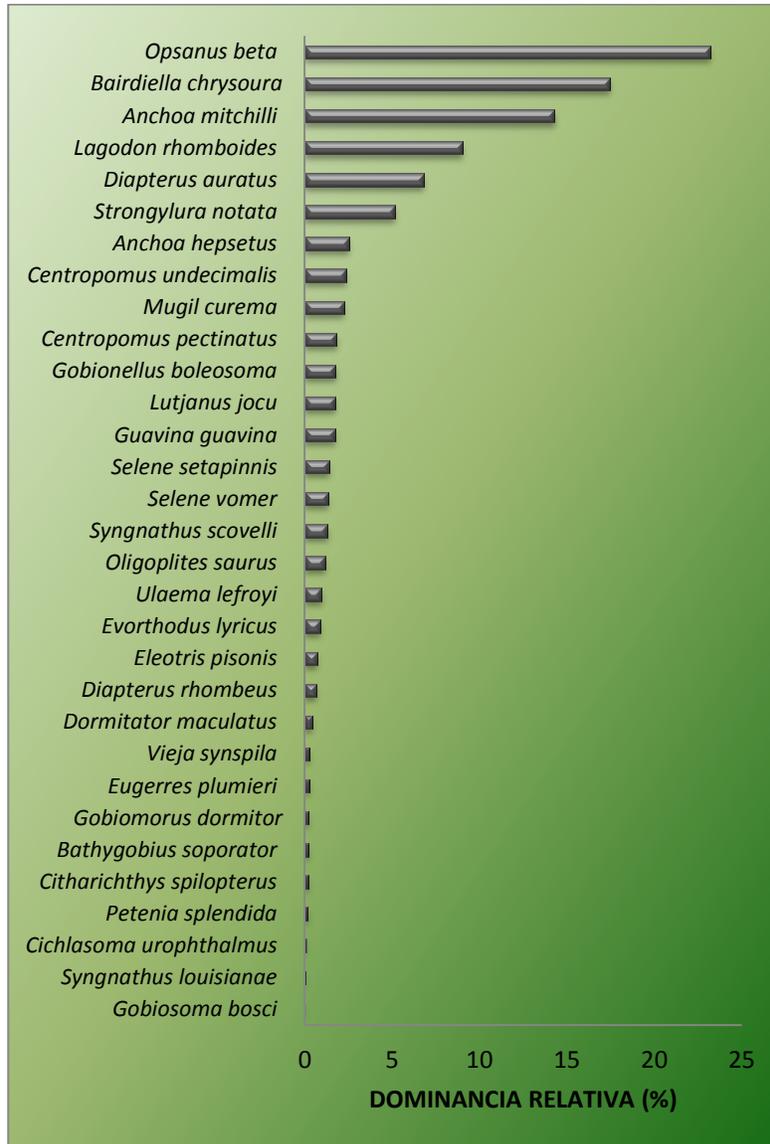


Fig. 66. Dominancia relativa (%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2010.

Valor de Importancia Ecológica

En secas del 2007 las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron; *Anchoa mitchilli* con un 44.38%, seguida por *Opsanus beta* con 39.59% y *Poecilia sphenops* con el 35.34%, mientras que las especies con el menor valor de importancia fueron; *Orthopristis chrysoptera* con el 1.97%, *Anchoa hepsetus*, *Diapterus auratus* con el 1.96% cada una, *Hyporhamphus roberti roberti* con el 1.92% y *Eleotris pisonis* con el 1.91% (Fig. 67).

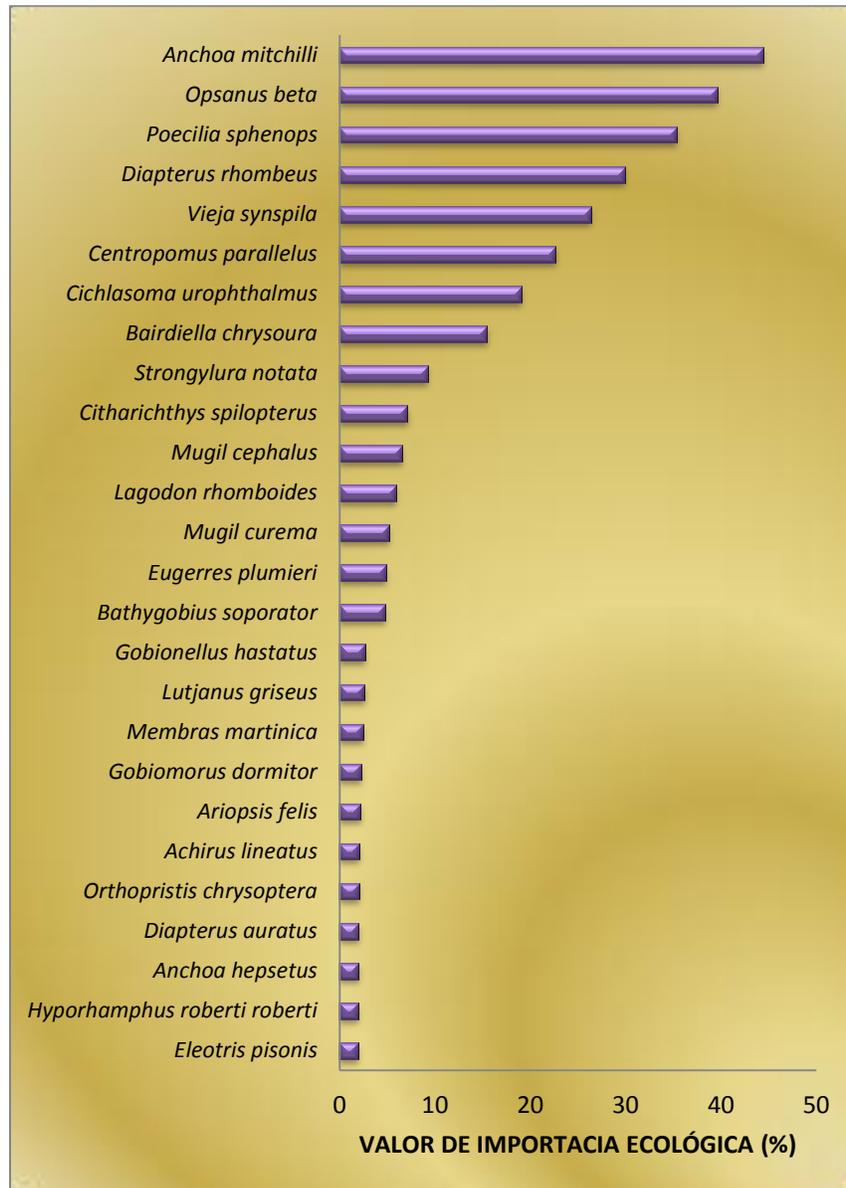


Fig. 67. Valor de importancia ecológica (300%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2007.



Durante la temporada de secas del 2008 las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron, *Centropomus parallelus* con un 37.82%, seguida por *Cichlasoma urophthalmus* 27.11% siendo las especies *Anchoa hepsetus* con el 1.98%, *Gobioides broussonneti* y *Hyporhamphus roberti roberti* con 1.80%, *Caranx latus* con 1.69%, *Lutjanus synagris* con 1.51%, *Lagodon rhomboides* con 1.23%, *Eucinostomus melanopterus* con 1.20% y *Haemulon flavolineatum* 1.14% las de menor valor ecológico (Fig. 68).

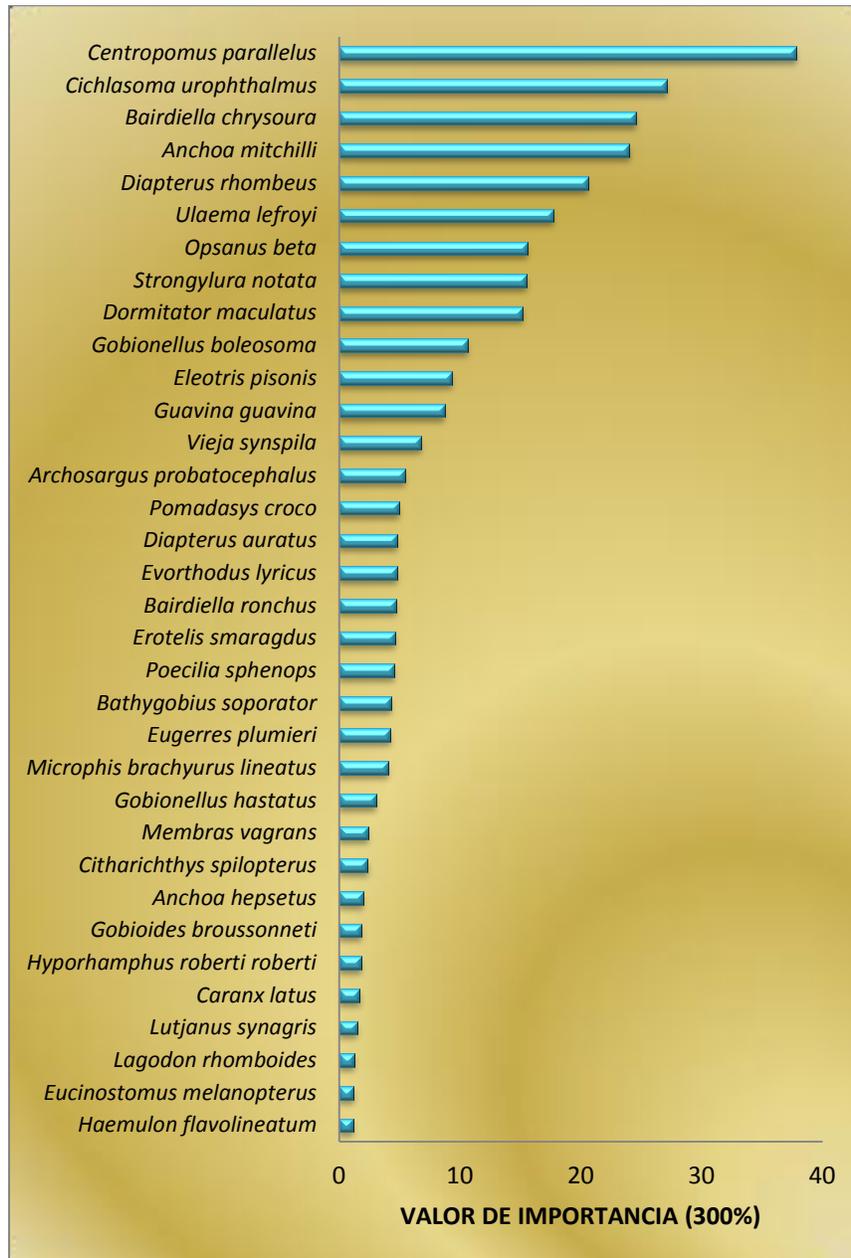


Fig. 68. Valor de importancia ecológica (300%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2008.



En la temporada de lluvias del 2008 el mayor valor de importancia ecológica lo presentó *Dormitator maculatus* con un 50.78%, seguida por *Cichlasoma urophthalmus* 28.58% y *Bairdiella chrysoura* con el 22.52%, mientras que las especies con el menor valor de importancia fueron, *Microdesmus carri* con el 0.61% y *Lagodon rhomboides* con el 0.59% (Fig. 69).

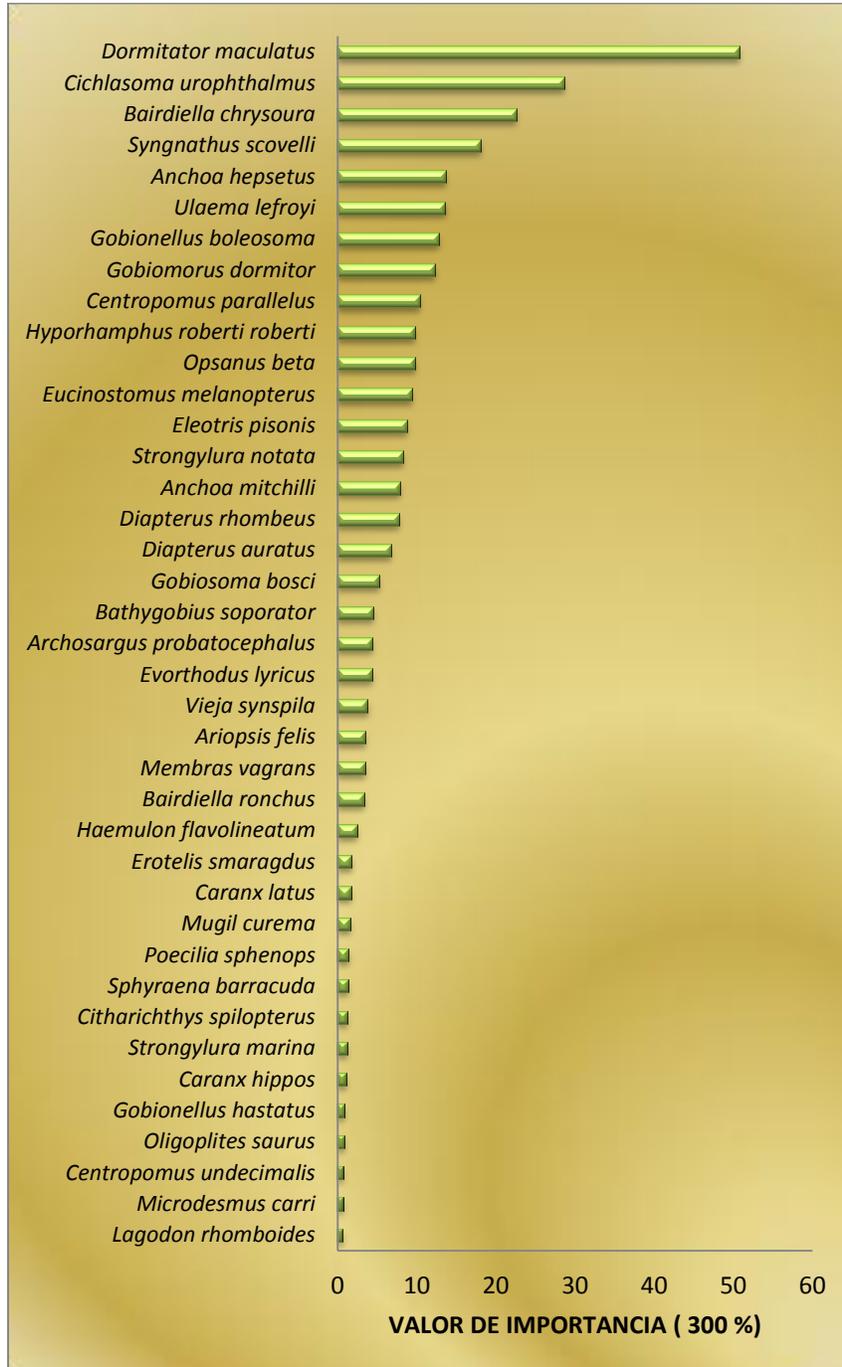


Fig. 69. Valor de importancia ecológica (300%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de lluvias del 2008.

Para la temporada de secas del 2009 las especies que mostraron el mayor valor de importancia ecológica fueron, *Cichlasoma urophthalmus* con un 43.41%, seguida por *Dormitator maculatus* con 36.68%, mientras que las especies con el menor valor de importancia fueron *Orthopristhis chrysoptera* con el 0.84%, *Lagodon rhomboides* con el 0.69%, *Lutjanus griseus* con el 0.67% y *Gobioides brussonneti* con 0.65% (Fig. 70).

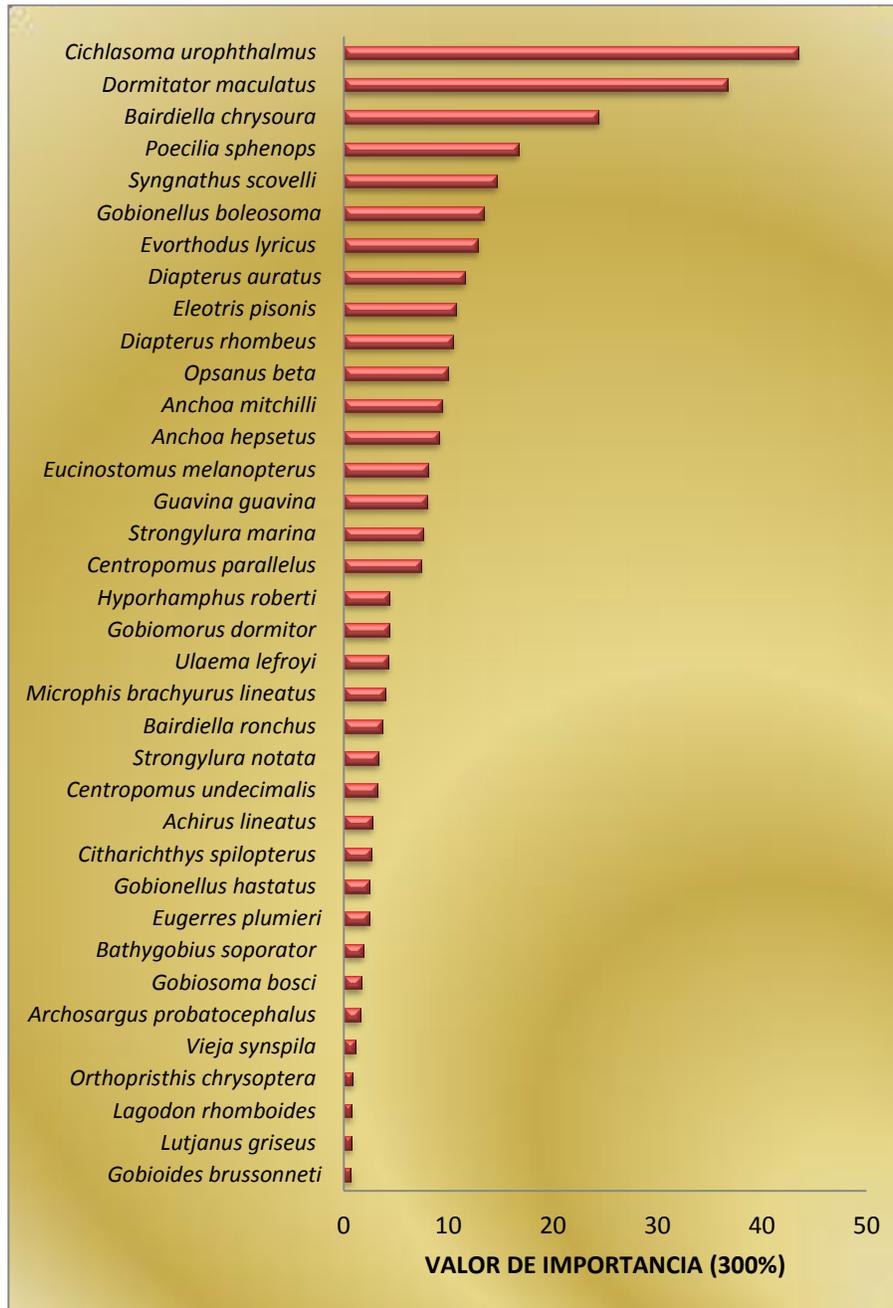


Fig. 70. Valor de importancia ecológica (300%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2009.

En la temporada de secas del 2010 las especies que presentaron el mayor valor de importancia ecológica fueron; *Bairdiella chrysoura* con un 49.60%, seguida por *Dormitator maculatus* y *Opsanus beta* con el 29.87% y 29.86% correspondientemente, mientras que las especies con el menor valor de importancia fueron *Orthopristis chrysoptera* con el 1.97%, *Anchoa hepsetus*, *Diapterus auratus* con el 1.96% cada una, *Hyporhamphus roberti roberti* con el 1.92% y *Eleotris pisonis* con 1.91% (Fig. 71).



Fig. 71. Valor de importancia ecológica (300%) de las especies colectadas en el SLM durante la temporada de secas del 2010.

Diversidad ecológica

La diversidad ecológica promedio (H') que se estimó para la temporada de secas del 2007 fue de 0.57 decits, donde el valor más alto fue estimado en la estación 10 ubicada hacia el sureste de La Redonda con 0.85 decits, y una equitatividad de 0.81 seguida por la estación 1 ubicada hacia el sureste de Mandinga con 0.82 decits y una equitatividad de 0.85. Contario a esto la menor diversidad ecológica se estimó en la estación 2 ubicada hacia el sureste de Mandinga con 0.34 decits y la 15 presente en el suroeste de La Redonda con 0.31 decits con una equitativa de 0.70 y 0.37 correspondientemente (Fig. 72 y 73).

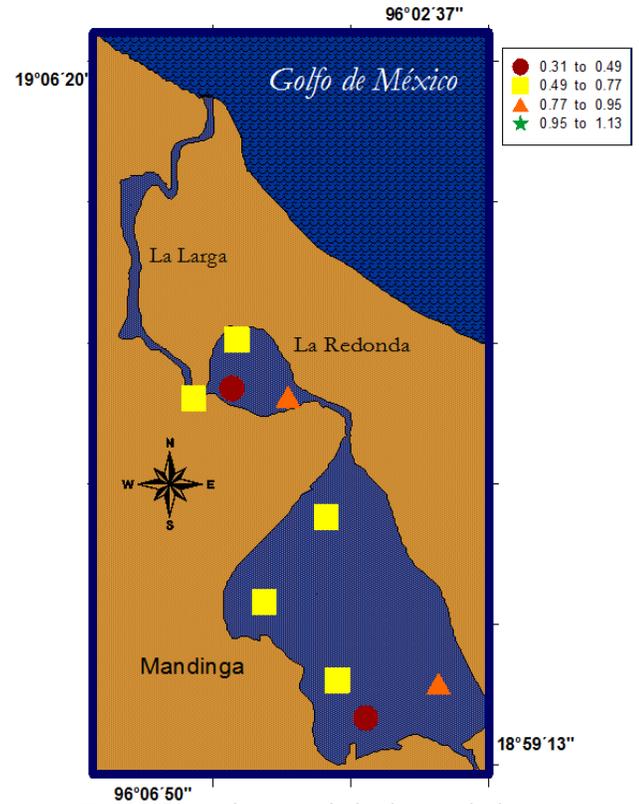


Fig.72. Distribución de la diversidad ecológica (decits) para el SLM durante la temporada de secas 2007.

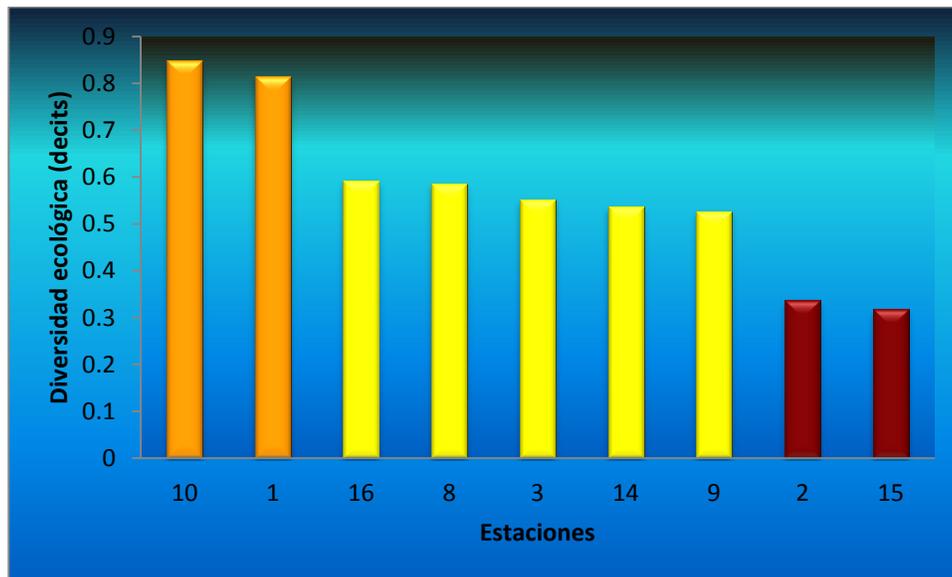


Fig. 73. Diversidad ecológica por estación para la temporada de secas del 2007.

Para la temporada de secas del 2008 la diversidad ecológica promedio (H') fue de 0.56 decits, la estación 14 ubicada hacia el noroeste de La Redonda y la 15 ubicadas hacia el suroeste de la misma presentaron los valores más altos con 0.87 decits y 0.85 decits y una equitatividad de 0.67 y 0.78 correspondientemente. Estos valores no son los más altos estimados en las temporadas, pero superan los valores de la temporada de secas 2007. Mientras que las estaciones 3 y 18 presentaron la menor diversidad ecológica con 0.0001 decits cada una y una equitatividad de 0.97, estas se ubicaron hacia el suroeste de Mandinga y al norte de La Larga correspondientemente y son los valores más bajos estimados para las temporadas (Fig. 74 y 75).

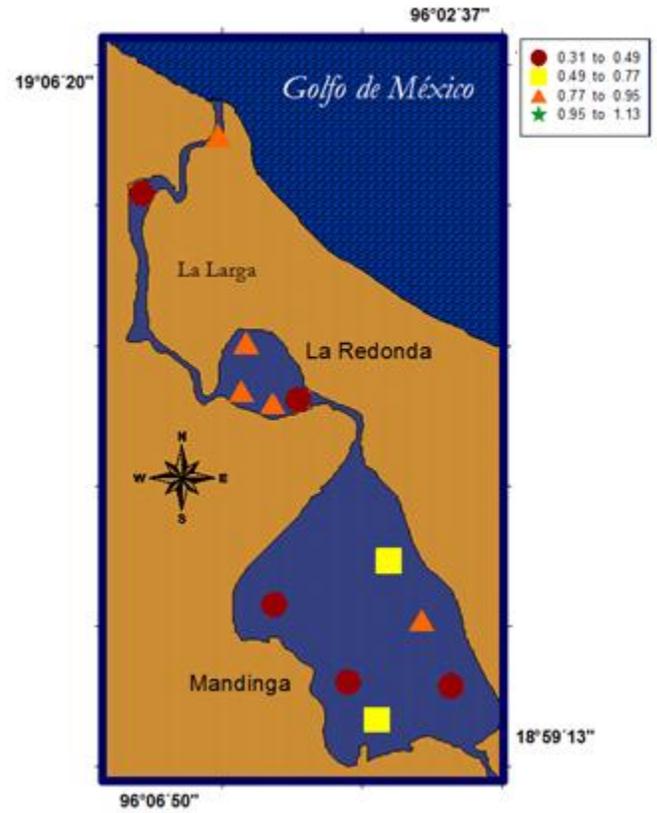


Fig. 74. Distribución de la diversidad ecológica (decits) para el SLM durante la temporada de secas 2008.

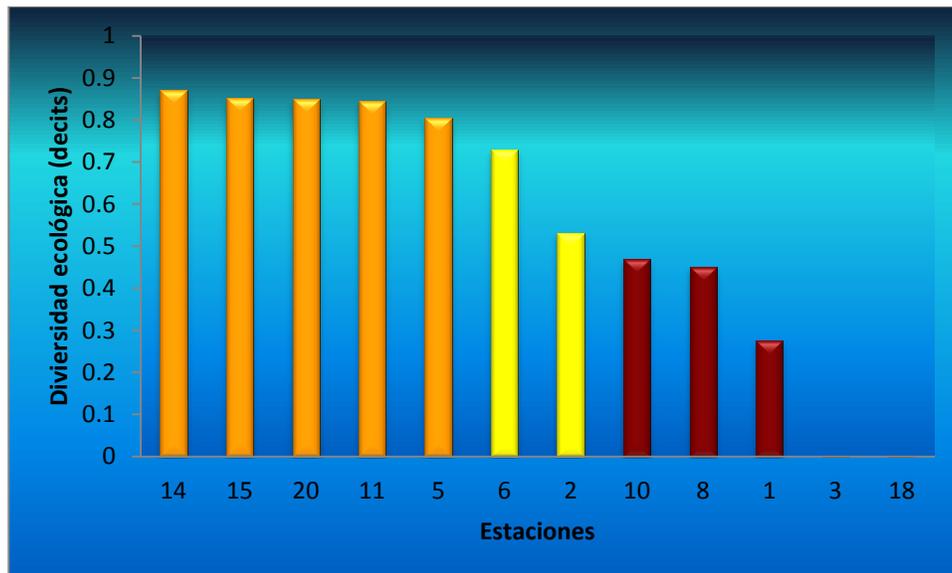


Fig. 75. Diversidad ecológica por estación para la temporada de secas del 2008.

La diversidad ecológica promedio (H') que se estimó para la temporada de lluvias del 2008 fue de 0.74 decits, donde el valor más alto fue estimado en la estación 9, ubicada hacia el noroeste de Mandinga con 1.02 decits, y una equitatividad de 0.79, seguido por la estación 6, está ubicada hacia noreste de Mandinga con un 0.93 decits y una equitatividad de 0.71. Estos valores son de los más altos estimados en las temporadas y superan los valores de las temporadas de secas 2007 y 2008. La menor diversidad ecológica se estimó en la estación 1 presente hacia el sureste de Mandinga, con 0.40 decits y una equitatividad de 0.34 y la 14 con 0.43 decits y una equitatividad de 0.33, esta estación se ubicó hacia el noroeste de La Redonda (Fig. 76 y 77).

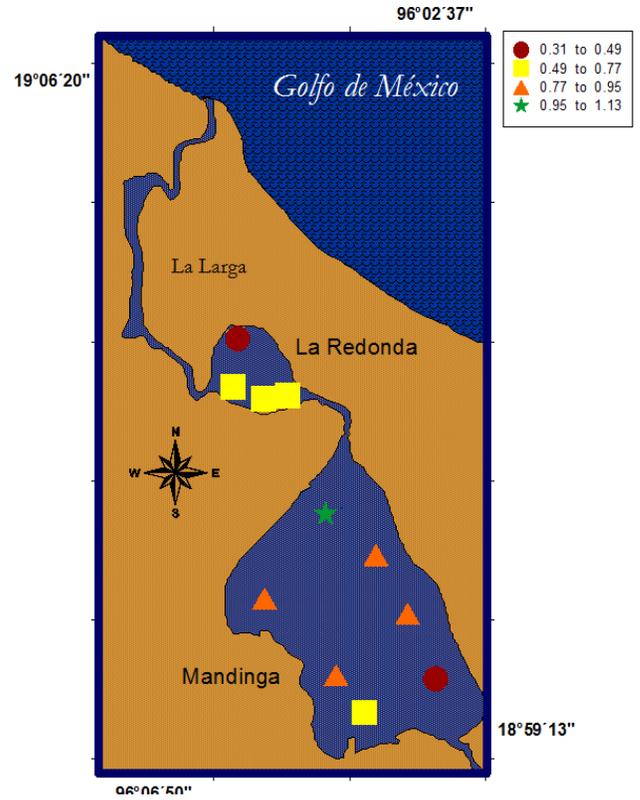


Fig. 76. Distribución de la diversidad ecológica (decits) para el SLM durante la temporada de lluvias 2008.

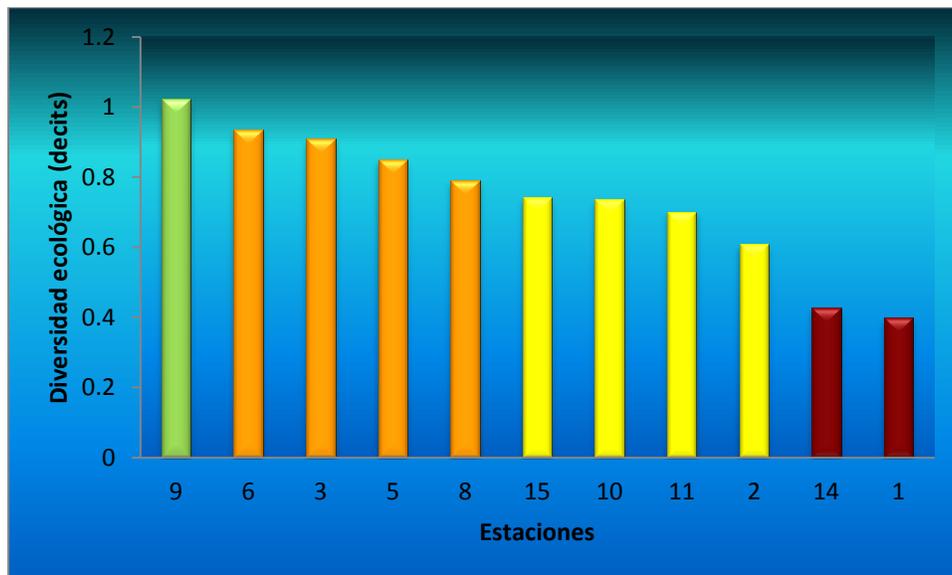


Fig. 77. Diversidad ecológica por estación para la temporada de lluvias del 2008.

Durante la temporada de secas del 2009 la diversidad ecológica (H') promedio fue de 0.76 decits, siendo la estación 10 ubicada hacia el sureste de La Redonda la que presentó el valor más alto con 1.03 decits y una equitatividad de 0.85, cabe resaltar que este fue el valor de diversidad ecológica más alto estimado en las temporadas. El segundo valor más alto para la temporada de secas del 2009 se estimó en la estación 15 ubicada en el suroeste de La Redonda con 0.89 decits y una equitatividad de 0.75. Contrario a esto la estación 8 fue la que presentó la menor diversidad ecológica con 0.48 decits, ubicada hacia el oeste de Mandinga (Fig. 78 y 79).

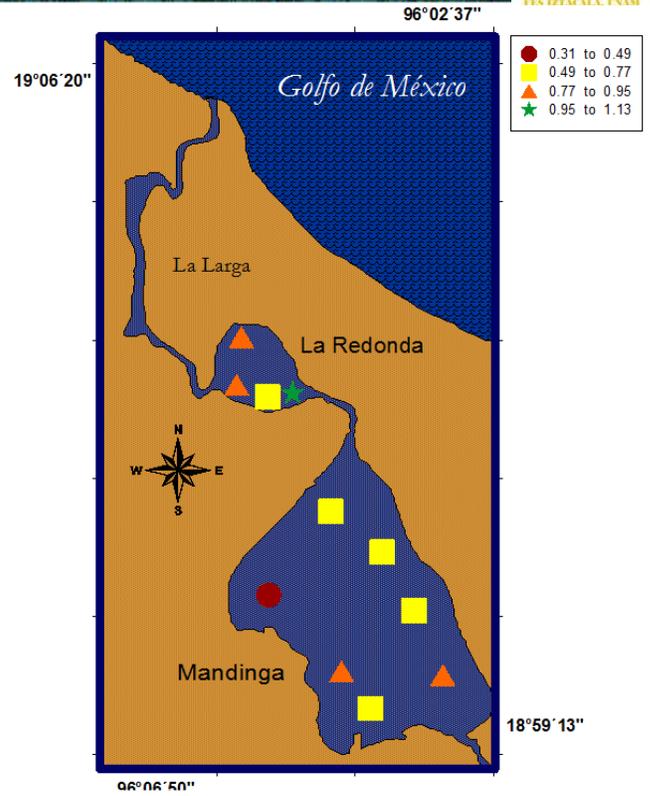


Fig. 78. Distribución de la diversidad ecológica (decits) para el SLM durante la temporada de secas 2009.

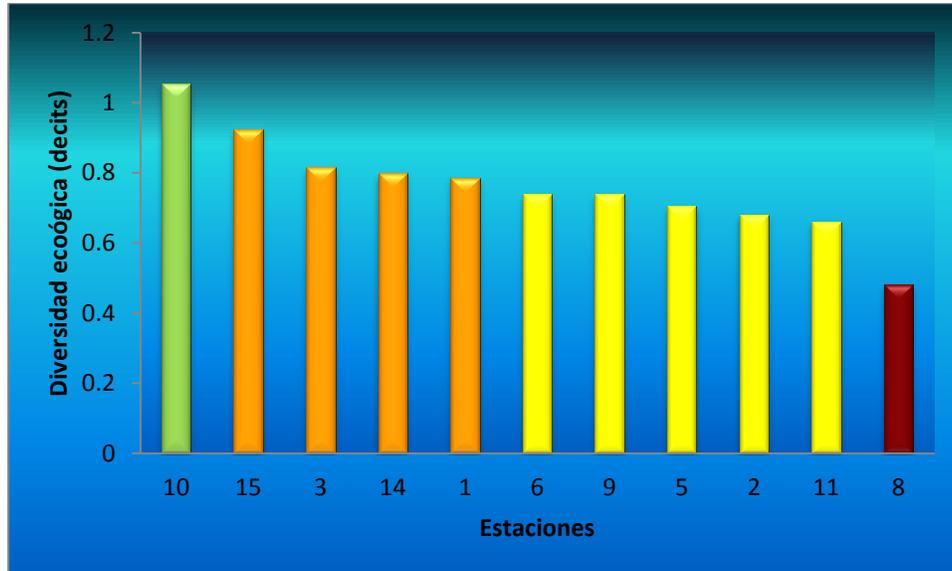


Fig. 79. Diversidad ecológica por estación para la temporada de secas del 2009.

En la temporada de secas 2010 la diversidad ecológica (H') promedio fue de 0.74 decits y el valor más alto se estimó en la estación 6 ubicada hacia el noreste de Mandinga con 1.00 decits y una equitatividad de 0.76, siendo la estación 11 la que presentaron la menor diversidad ecológica con 0.35 decits, y equitatividad de 0.36, presente hacia el sur de La Redonda (Fig. 80 y 81).

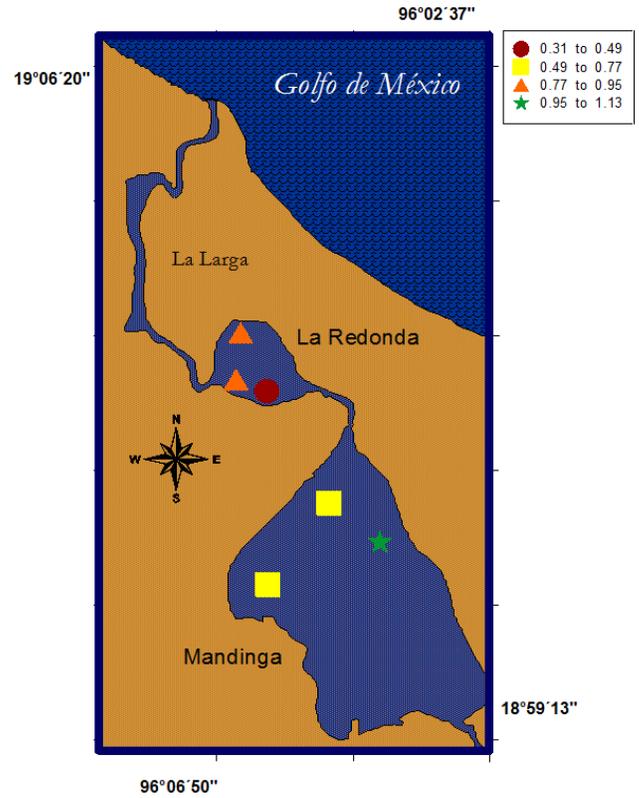


Fig. 80. Distribución de la diversidad ecológica (decits) para el SLM durante la temporada de secas 2010.

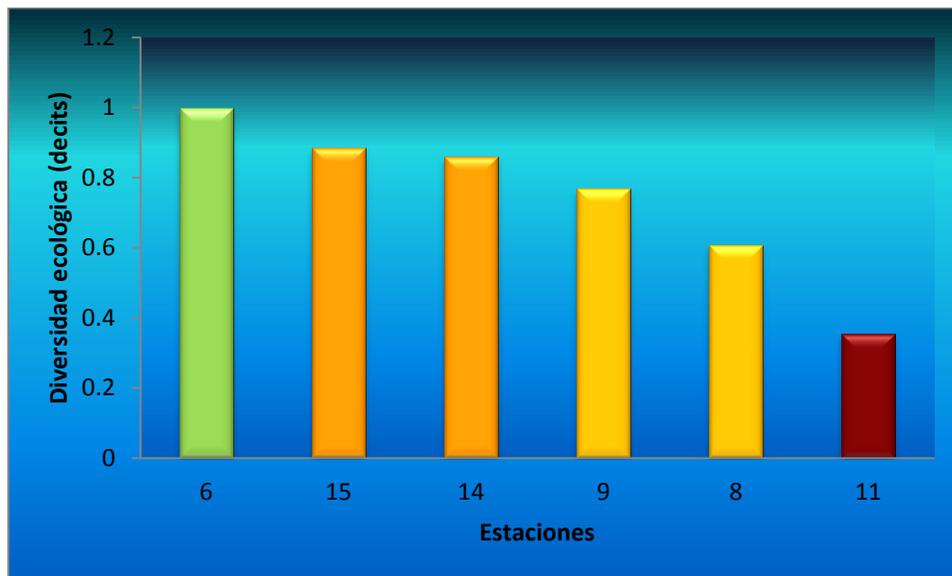


Fig. 81. Diversidad ecológica por estación para la temporada de secas del 2010.

Clasificación y Ordenación ecológica

El análisis de clasificación ecológica de las estaciones según su biomasa conformó tres grupos para la temporada del secas del 2007. El grupo I se caracterizó por presentar la mayor biomasa promedio con $138.24 \text{ g}/100 \text{ m}^2$, debido a la presencia de especies como *Opsanus beta* y *Vieja synspila*, que se colectaron en estadio adulto. El grupo II representado por especies con biomásas intermedias de $66.09 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ debido a la presencia de especies como *Opsanus beta*, *Diapterus rhombeus* y *Anchoa mitchilli*, que se colectaron en estadio juvenil y adulto. Por último el grupo III se caracterizó por tener los valores más bajos de biomasa promedio de $42.97 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ a causa de la presencia de especies como *Membras martinica*, *Citharichthys spilopterus* y *Hyporhamphus roberti roberti*, colectadas en estado larval (Fig. 82).

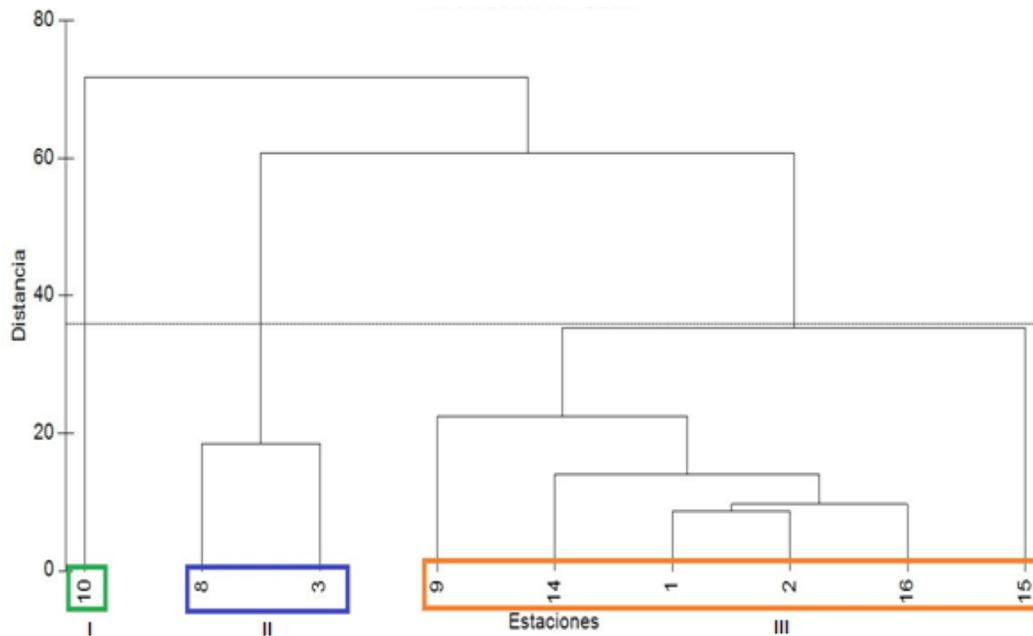


Fig. 82. Fenograma de las estaciones del SLM de acuerdo a la biomasa ($\text{g}/100 \text{ m}^2$) durante la temporada de secas del 2007.

Con base al análisis de ordenación ecológica, la variable ambiental que explica la mayor influencia en la distribución de la biomasa para la temporada de secas del 2007 fue la profundidad con un 49.1 de varianza explicada, seguida por la cantidad de oxígeno disuelto con un 33.9 de varianza explicada, ambas variables acumuladas dan 83% de la varianza total, conformando tres grupos, los cuales concuerdan con el análisis de clasificación ecológica (Fig. 83).

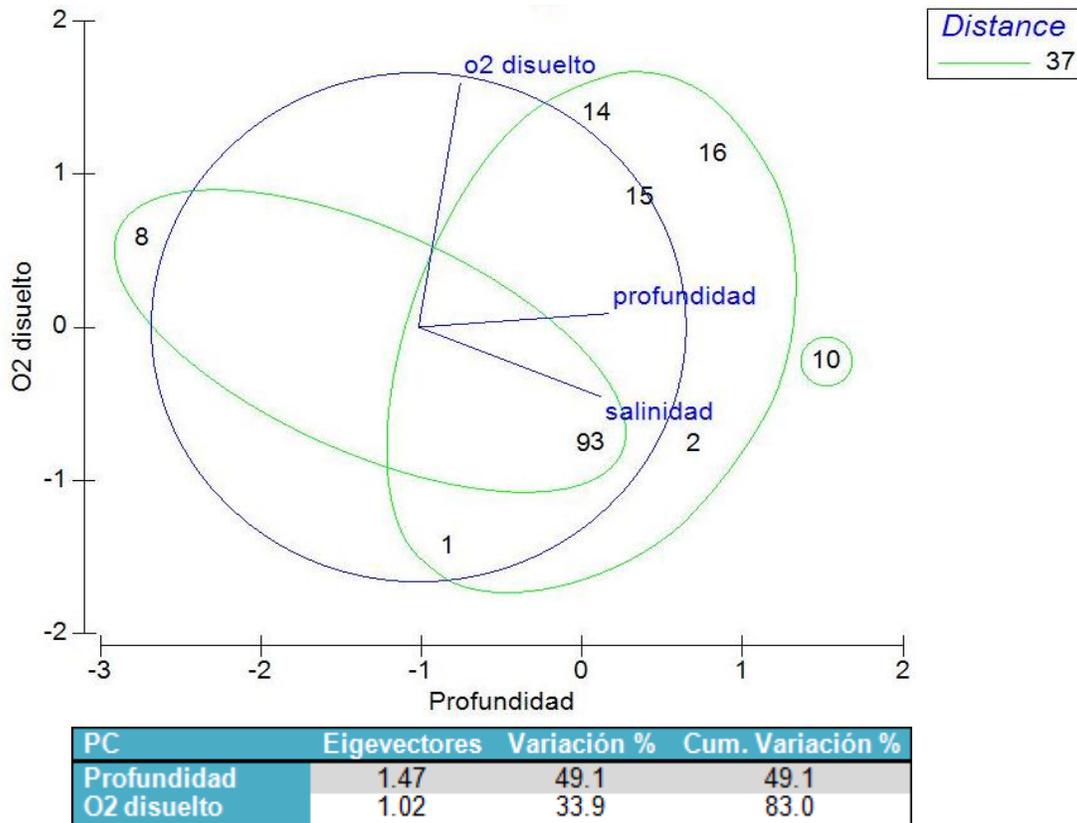


Fig. 83. Diagrama de ordenación, en donde se representan los vectores de las variables ambientales en la temporada de secas del 2007.

Durante la temporada de secas del 2008, el análisis de clasificación ecológica conformó dos grupos. El grupo I se caracterizó por presentar la mayor biomasa promedio con $699.35 \text{ g}/100 \text{ m}^2$, debido a la presencia de especies como *Centropomus parallelus*, *Opsanus beta* y *Diapterus rhombeus*, que se colectaron en estadio juvenil y adulto. El grupo II se caracterizó por tener un valor bajo de biomasa promedio con $78.20 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ a causa de la presencia de especies como *Strongylura notata*, *Eleotris pisonis* y *Dormitator maculatus*, colectadas en estado larval (Fig. 84).

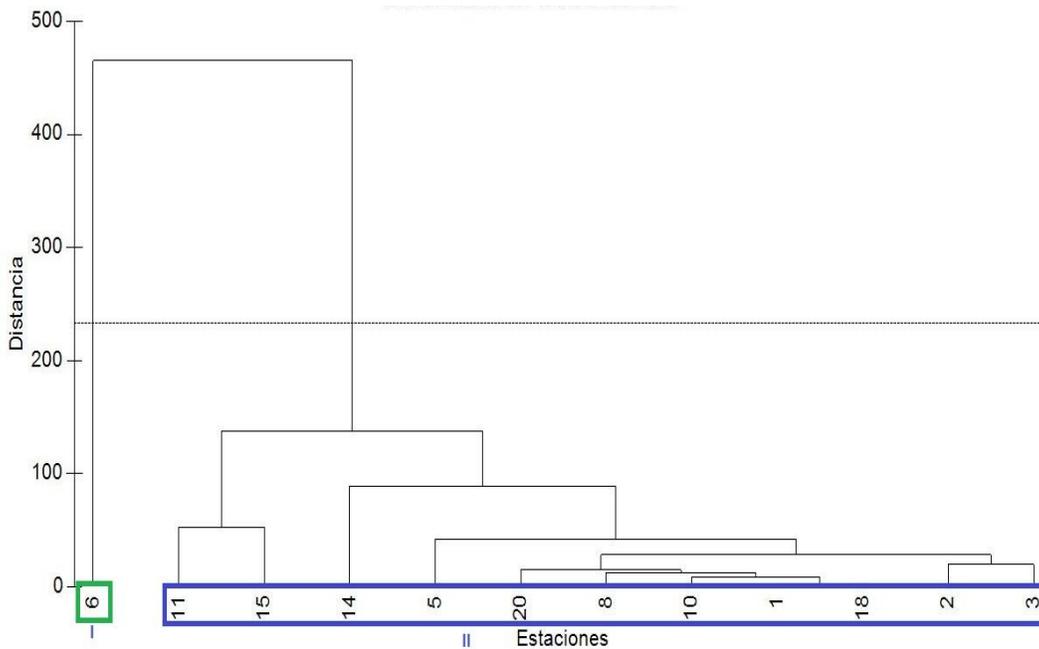


Fig. 84. Fenograma de las estaciones del SLM de acuerdo a la biomasa ($\text{g}/100 \text{ m}^2$) durante la temporada de secas del 2008.

Con base al análisis de ordenación ecológica la variable ambiental que explica la mayor influencia en la distribución de la biomasa para la temporada de secas del 2008 fue el oxígeno disuelto con un 54.6 de varianza explicada, seguida por la por la salinidad con un 32.3 de varianza explicada, ambas variables acumuladas dan 86.9% de la varianza total, conformando II grupos, los cuales concuerdan con el análisis de clasificación ecológica (Fig. 85).

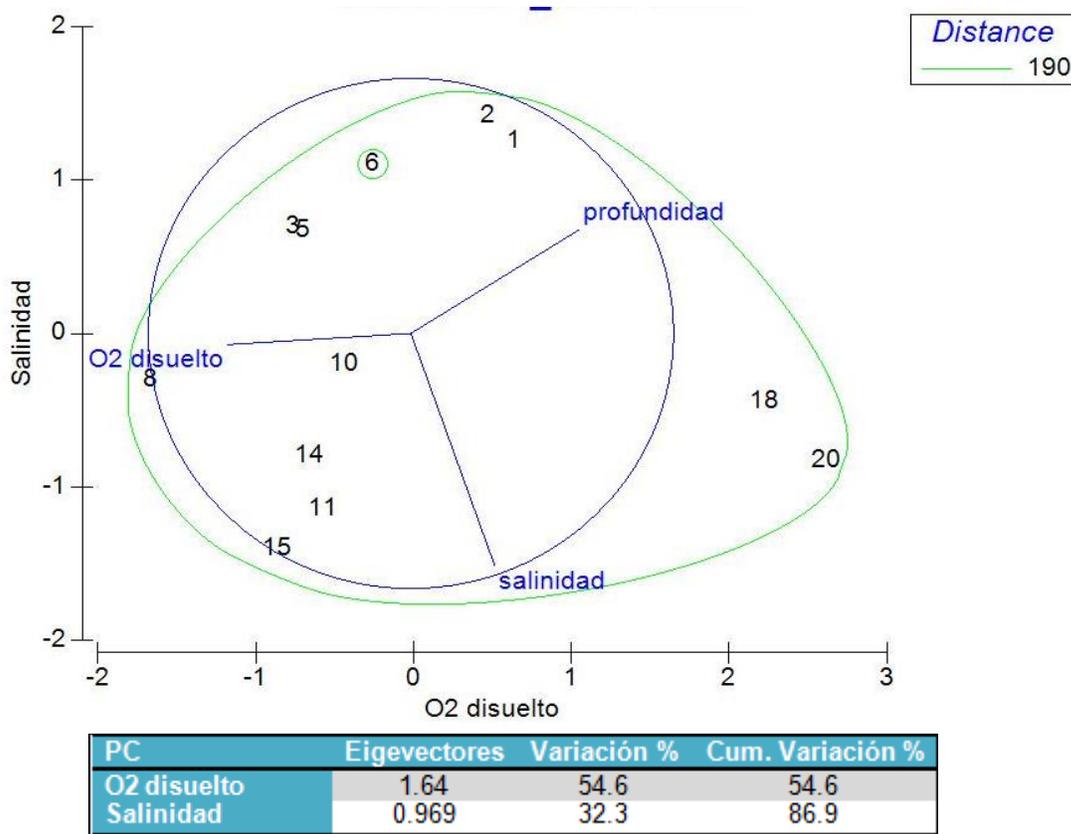


Fig. 85. Diagrama de ordenación, en donde se representan los vectores de las variables ambientales en la temporada de secas del 2008.



El análisis de clasificación ecológica de las estaciones según su biomasa conformó siete grupos para la temporada de lluvias del 2008. El grupo I se caracterizó por presentar la mayor biomasa promedio con 127.80 g/100 m², debido a la presencia de especies como *Cichlasoma urophthalmus* y *Opsanus beta*, que se colectaron en estadio adulto y juvenil. El grupo II se caracterizó por presentar una biomasa promedio de 122.7 g/100 m², debido a la presencia de especies como *Bairdiella chrysoura*, que se colectó en estadio juvenil y adulto. El grupo III se caracterizó por presentar una biomasa promedio de 120.057 g/100 m², debido a la presencia de especies como *Archosargus probatocephalus*, que se colectó en estadio juvenil y adulto. Los grupos IV y V se caracterizaron por presentar una biomasa promedio mayor a 90 g/100 m² pero menor de 100 g/100 m², debido a la presencia de especies como *Vieja synspila* y *Cichlasoma urophthalmus* que también se colectó en estadio juvenil y adulto. El grupo VI se caracterizó por presentar una biomasa promedio de 65.14 g/100 m², a causa de la presencia de especies como *Hyporhamphus roberti roberti* y *Bairdiella chrysoura*, colectadas en estadio juvenil. Por último el grupo VII se caracterizó por tener los valores más bajos de biomasa promedio de 56.75 g/100 m² por la presencia de especies como, *Lagodon rhomboides*, *Diapterus rhombeus* y *Eucinostomus melanopterus*, colectadas en estado larval (Fig. 86).

Con base al análisis de ordenación ecológica, la variable ambiental que explica la mayor influencia en la distribución de la biomasa para la temporada de lluvias del 2008 fue la salinidad con un 57.7 de varianza explicada, seguida por los niveles de oxígeno disuelto con un 33.2 de varianza explicada, ambas variables acumuladas dan 90.9% de la varianza total, conformando siete grupos, los cuales concuerdan con el análisis de clasificación ecológica (Fig. 87).

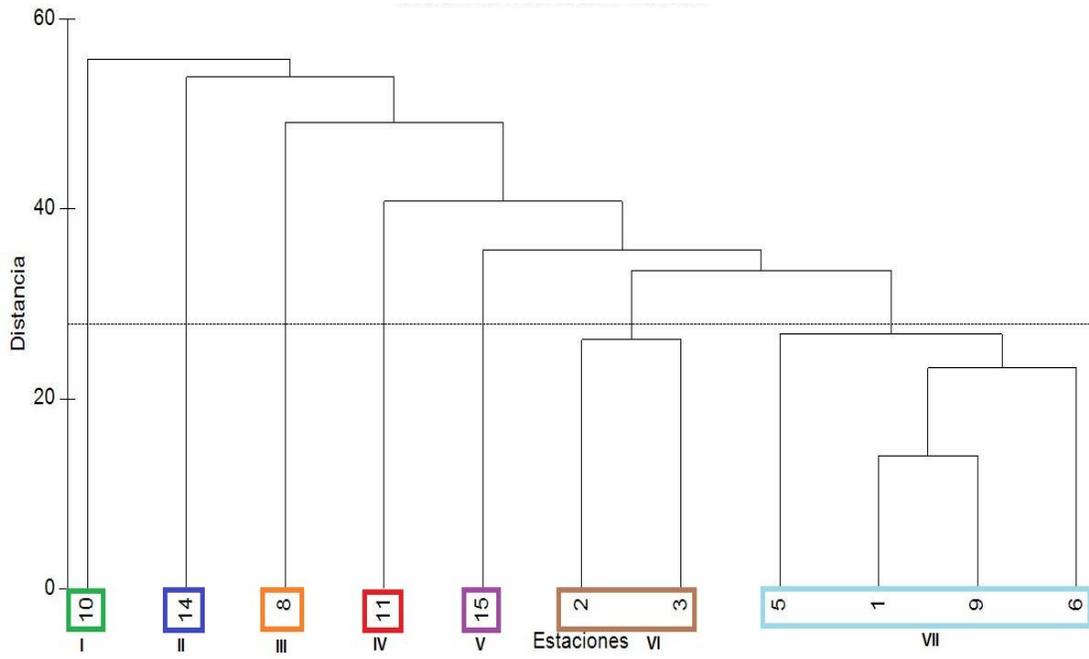


Fig. 86. Fenograma de las estaciones del SLM de acuerdo a la biomasa ($\text{g}/100 \text{ m}^2$) durante la temporada de lluvias del 2008.

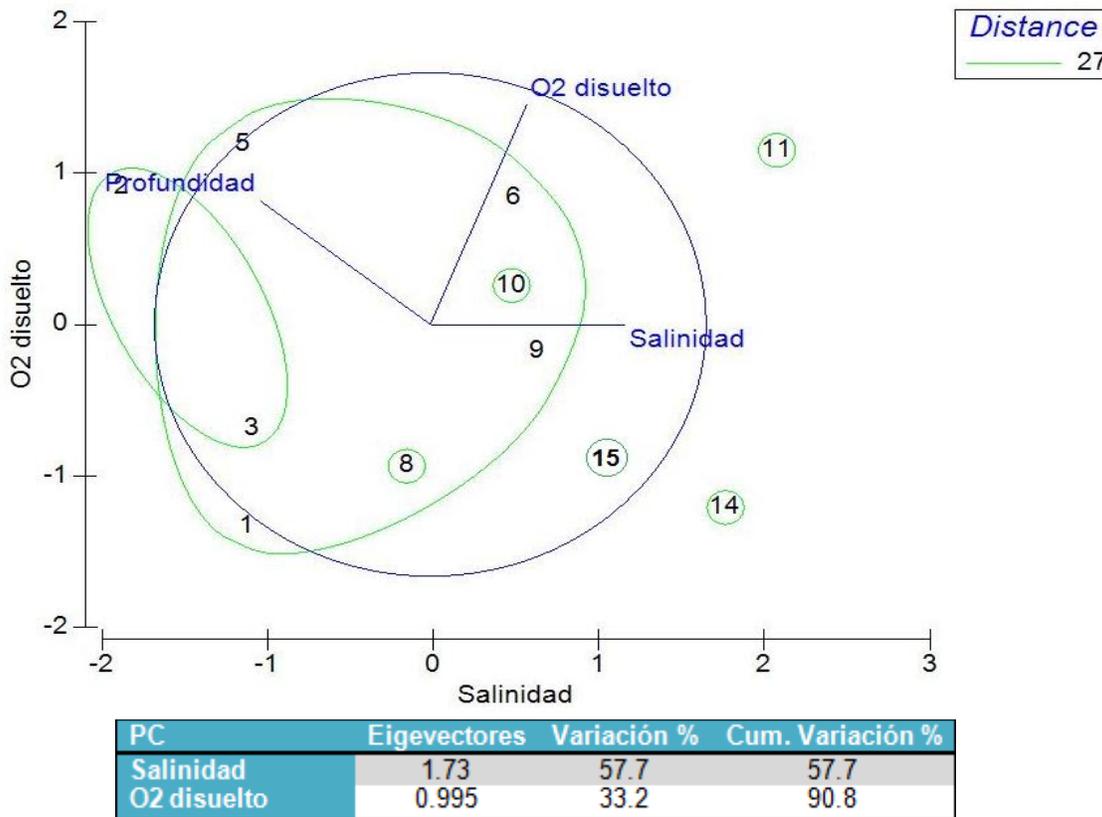


Fig. 87. Diagrama de ordenación, en donde se representan los vectores de las variables ambientales en la temporada de lluvias del 2008.



Para la temporada de secas del 2009 el análisis de clasificación ecológica conformó dos grupos. El grupo I se caracterizó por presentar la mayor biomasa promedio con 281.17 g/100 m², debido a la presencia de especies como *Cichlasoma urophthalmus* colectada en estadio juvenil y adulto. El grupo II se caracterizó por tener una biomasa promedio de 96.40 g/100 m² a causa de la presencia de especies como *Poecilia sphenops*, *Bairdiella ronchus* y *Syngnathus scovelli*, colectadas en estado juvenil y larval (Fig. 88).

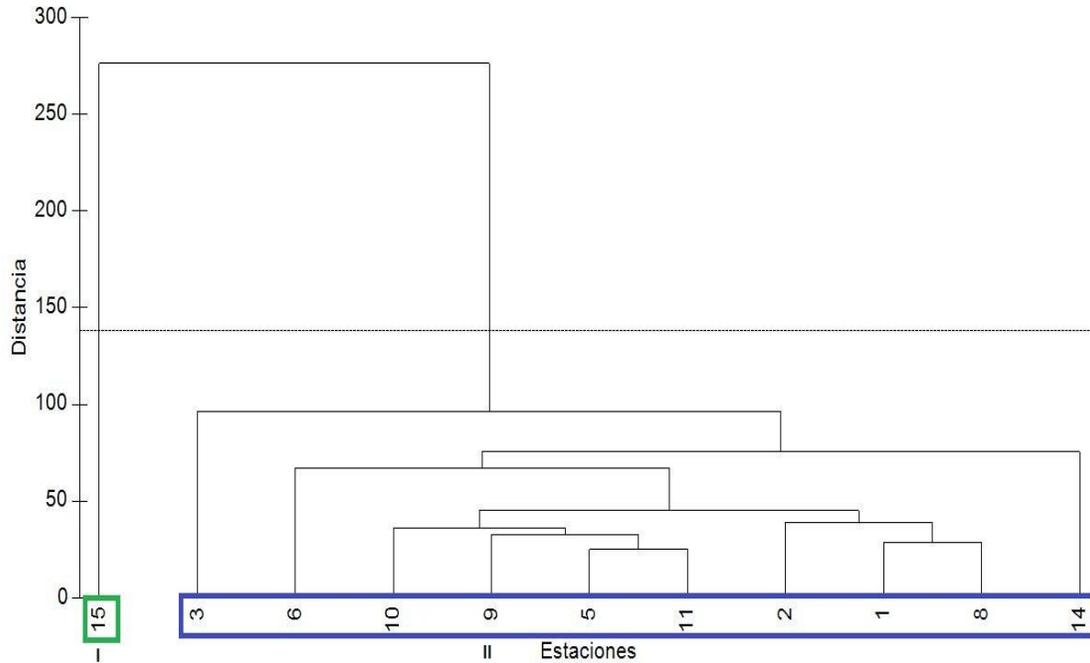


Fig. 88. Fenograma de las estaciones del SLM de acuerdo a la biomasa (g/100 m²) durante la temporada de secas del 2009.

Con base al análisis de ordenación ecológica, la variable ambiental que explica la mayor influencia en la distribución de la biomasa para la temporada de secas del 2009 fue la profundidad con un 60.4 de varianza explicada, seguida por los niveles de oxígeno disuelto con un 33.0 de varianza explicada, ambas variables acumuladas dan 93.4% de la varianza total, conformando dos grupos, los cuales concuerdan con el análisis de clasificación ecológica (Fig. 89).

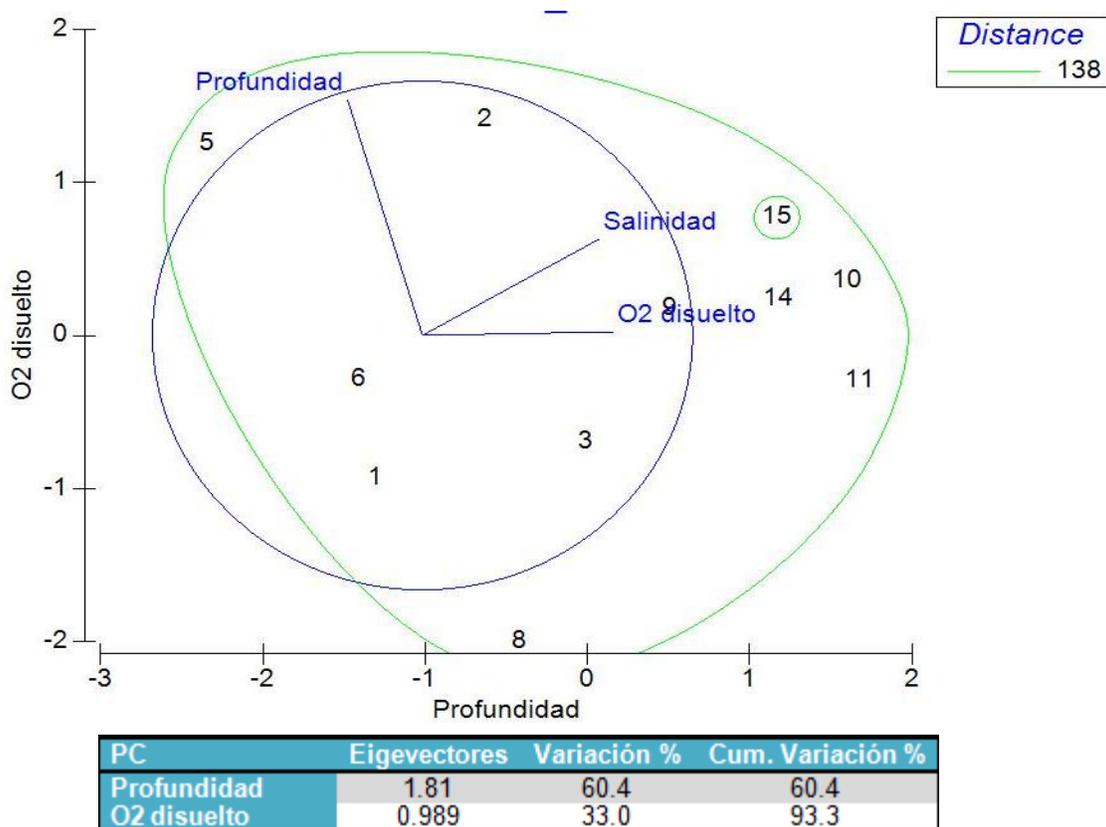


Fig. 89. Diagrama de ordenación, en donde se representan los vectores de las variables ambientales en la temporada de secas del 2009.

El análisis de clasificación ecológica de las estaciones según su biomasa conformó tres grupos para la temporada de secas del 2010. El grupo I se caracterizó por presentar la mayor biomasa promedio con $404.49 \text{ g}/100 \text{ m}^2$, debido a la presencia de especies como *Bairdiella chrysoura* y *Opsanus beta*, que se colectaron en estadio juvenil y adulto. El grupo II se caracterizó por presentar una biomasa promedio de $336.91 \text{ g}/100 \text{ m}^2$, debido a la presencia de especies como *Opsanus beta* y *Anchoa mitchilli*, que se colectaron en estadio juvenil y adulto. Por último el grupo III se caracterizó por tener los valores más bajos de biomasa promedio con $70.13 \text{ g}/100 \text{ m}^2$ a causa de la presencia de especies como *Strongylura notata*, *Petenia splendida* y *Syngnathus louisianae*, colectadas en estado larval (Fig. 90).

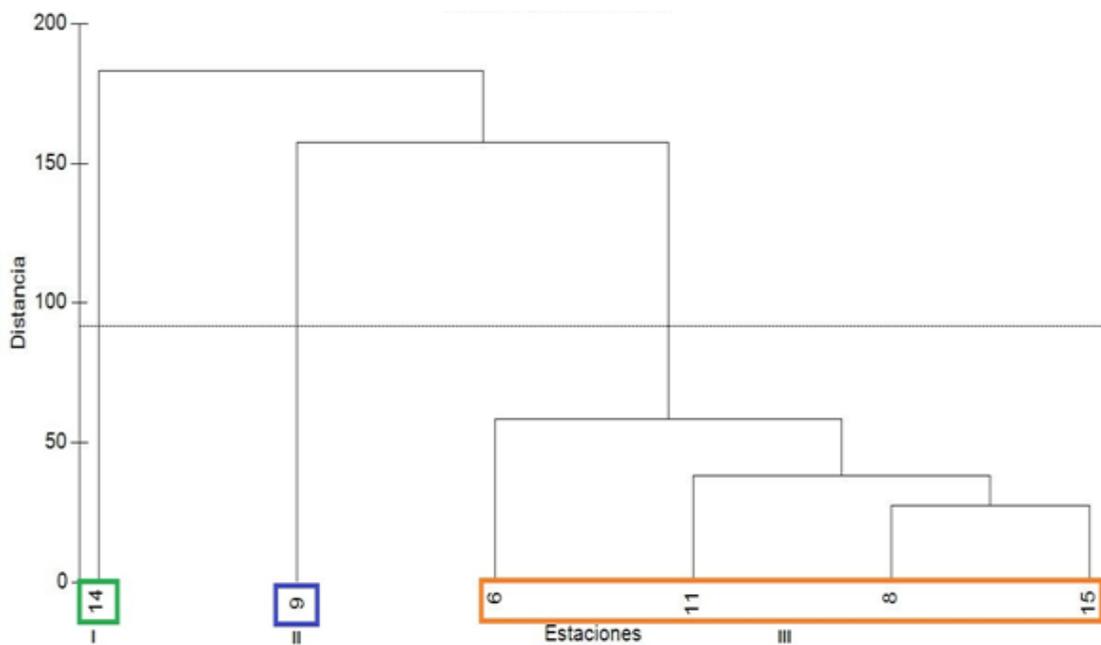


Fig. 90. Fenograma de las estaciones del SLM de acuerdo a la biomasa ($\text{g}/100 \text{ m}^2$) durante la temporada de secas del 2010.

Con base al análisis de ordenación ecológica, la variable ambiental que explica la mayor influencia en la distribución de la biomasa para la temporada de secas del 2010 fue la temperatura con un 58.5 de varianza explicada, seguida por la salinidad con un 24.9 de varianza explicada, ambas variables acumuladas dan 83.4% de la varianza total, conformando tres grupos, los cuales concuerdan con el análisis de clasificación ecológica (Fig. 91).

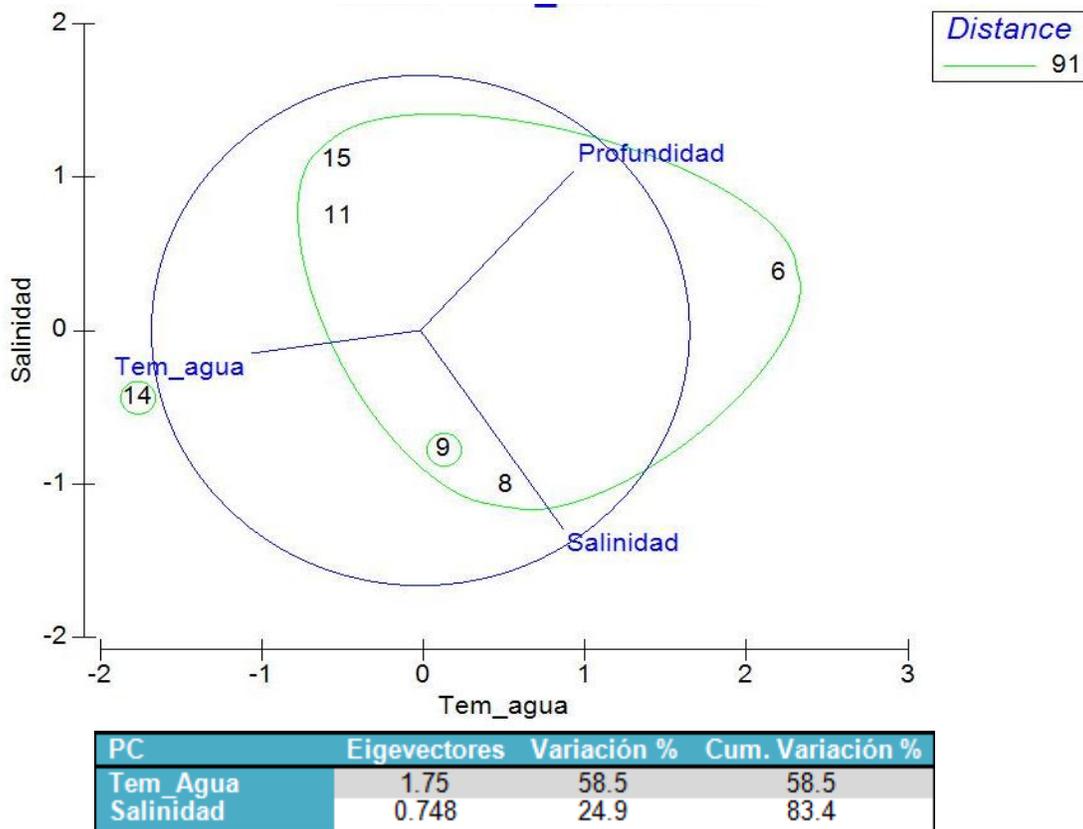


Fig. 91. Diagrama de ordenación, en donde se representan los vectores de las variables ambientales en la temporada de secas del 2010.



DISCUSIÓN

Características hidrológicas

El comportamiento espacio temporal para los sistemas lagunares está condicionado básicamente por su ubicación geográfica, las descargas de los ríos, la mareas, la geomorfología y la circulación litoral (Ferrera, 2006). Así mismo la profundidad máxima y mínima está con relación a la temporalidad y depende directamente de las condiciones geomorfológicas del sistema.

Para el SLM se registró una profundidad promedio de 132.31 cm, la cual presentó variaciones de acuerdo a la temporada climática prevaleciente, ya que para la temporada climática de lluvias 2008 se presentaron mayores profundidades, en comparación a las temporadas de secas, lo que coloca a este sistema como somero (Reguero y García-Cubas, 1993). Esto se debe básicamente al drenaje o escurrimiento de las zonas aledañas a causa de las lluvias y la poca o nula aportación de arroyos (Ferrera, 2006). Comparando los resultados obtenidos en este estudio con Reguero y García-Cubas (1993), la profundidad ha disminuido en el SLM, ya que ellos, reportan, que el promedio en la profundidad en ese año era de 160 cm para todo el sistema. Posiblemente esto se deba porque el SLM ha cambiado su morfología a lo largo del tiempo, a pesar del constante dragado que se hace al SLM para mantener el nivel del terreno.

La temperatura promedio del agua que se registró fue de 29.32 °C, esto coloca al SLM como un cuerpo de agua cálido y presenta las mayores temperaturas de todas las lagunas localizadas en Veracruz (Contreras-Espinosa *et al.*, 2002). Arreguín (1982), reportó que las temperaturas más altas se encontraron entre los meses de abril y junio, oscilando alrededor de los 30 °C a lo largo de todo el sistema. Resultados similares fueron reportados por Reguero y García (1993), por lo que se puede inferir que el sistema no ha cambiado su temperatura a lo largo del tiempo. De esta forma al no haber fluctuaciones muy severas en la temperatura, las características del medio acuático determinadas por este factor permanecen más o menos constantes, lo cual influirá sobre el tipo de organismos que en él habitan (Arreguín, 1982).



El oxígeno disuelto presentó el valor más alto durante la temporada de lluvias del 2008 con 9.80 mg/L , mientras que el valor mínimo se reportó para la temporada de secas del 2007 con un registro de 4.30 mg/L . Los mayores valores de oxígeno disuelto para la temporada de lluvias del 2008 podrían deberse a la baja concentración en la salinidad, lo que permite que el oxígeno se solubilice en mayores concentraciones (Wetzel, 1981), aunado a esto la actividad fotosintética del fitoplancton es otro factor que podría influir en las concentraciones de oxígeno disuelto dentro del sistema. Para el SLM la concentración de oxígeno disuelto promedio fue de 8.3 ml/L , ubicándolo como de tipo hiperóxico de acuerdo a la clasificación de Contreras (2001). Chávez (1976) mencionó intervalos de $7\text{-}14 \text{ ml/L}$, mientras que Arreguín (1982), observó que los valores por arriba de 10 ppm fueron frecuentes en sus registros para el SLM, lo que permite decir que no existen cambios de este factor a lo largo del tiempo.

De igual forma la salinidad refleja el efecto de las mareas, descarga de los ríos y la precipitación pluvial, en las temporadas de secas la ausencia de este tipo de aportes disminuyen, lo que provoca el aumento en la concentración de sales (Contreras *et al.*, 2002), este comportamiento se observó en el SLM, donde la mayor concentración de salinidad se registró durante la temporada de secas del 2009 con 34.70 ups , mientras que el valor más bajo se presentó durante la temporada de lluvias del 2008 con 10.50 ups , estos intervalos permiten clasificar al sistema como un cuerpo de agua polihalino (Según Carriker, 1957, citado por De La Lanza, 1994). Comparando los datos del presente estudio, donde se registró una salinidad promedio para la laguna de Mandinga de 23.76 ups , con los trabajos de Sánchez-Chávez (1976) quien registró una salinidad promedio de 7.1 ups para la misma laguna, mientras que Arreguín (1982), observó que la salinidad varía ampliamente dependiendo de la época del año, obteniendo valores que oscilan entre 0.5 y 27 ‰ . Reguero y García-Cubas (1993), registraron una salinidad promedio de 11.4 ups . Luna *et al.* (1982), mencionan salinidades de 26.9 ups para la temporada de secas y para la temporada de lluvias salinidades de 1.7 ups , en el presente estudio, la temporada de secas registró un promedio de 27.9 ups y la de lluvias 15.9 ups , siendo en ambos casos, mayor la salinidad promedio registrada, por lo que se concluye que existe un cambio en el aumento de la salinidad, concordando con la disminución de la profundidad para el SLM.

Muchos autores han considerado que las condiciones ambientales físicas y químicas (profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, etc.) que presentan los ambientes



estuarinos juegan un papel importante en la determinación de los patrones espacio temporales de la abundancia y diversidad de peces, dando una relación de distribución y densidad en función de estas variables ambientales (García, 2011; Barletta *et al.*, 2005).

Ayala-Pérez *et al.* (1998) y Barletta *et al.* (2005), señalan que algunos de los factores que influyen en la variación de la riqueza y diversidad de la comunidad de peces, son los gradientes de salinidad y la turbidez. García (2011), mencionó, que el oxígeno disuelto y profundidad son factores asociados a la abundancia de peces.

La salinidad es probablemente una de las características más importante en un ambiente estuarino, por sus grandes variaciones ya sea anuales, temporales o incluso por mareas, la salinidad puede variar extensivamente, esto es importante porque afecta de manera directa a la distribución de los organismos o la distribución de sus alimentos (De Sylva, 1985). Sin embargo, el común denominador de la mayoría de las especies que habitan estos tipos de sistemas son los mecanismos fisiológicos que les permiten tolerar condiciones variables de salinidad, lo que les ha permitido, la penetración y colonización de estas localidades (Chávez-Olguía y Valenzuela-Jiménez, 2004), por lo que la presencia de vegetación sumergida es otro elemento que jugar un papel importante en la determinación de la abundancia, la riqueza de especies y la diversidad de la comunidad estuarina (Castillo *et al.*, 1997), debido a que estos ambientes representan áreas de alimentación, crianza y/o protección para peces, favoreciendo su agregación en este tipo de hábitat (Castillo *et al.*, 2003).

Castillo-Rivera *et al.* (1997), demostraron que las áreas con vegetación sumergida soporta comunidades con mayor densidad y complejidad que las áreas que no presentan vegetación. Para el caso del SLM se observó que los mayores valores de diversidad se registraron hacia La Redonda probablemente a la presencia de la vegetación sumergida, la cual muestra un incremento de la heterogeneidad, la complejidad cualitativa, así como la producción primaria y secundaria (Guevara *et al.*, 2007a).

De manera general, lo mencionado anteriormente se aplica al Sistema Lagunar de Mandinga, ya que fue comprobado mediante la aplicación de métodos numéricos como clasificación y ordenación, en donde por orden de importancia, las variables que más influyen en la distribución de las especies, en particular su biomasa, como reflejo de su



estadio de vida y cantidad de alimento disponible, fueron salinidad, oxígeno disuelto, profundidad y en menor medida temperatura. De aquí habría que distinguir, a pesar de que las mencionadas numéricamente son influencias significativas estadísticamente, la importancia en la biología de las especies se debe reducir sólo a las variaciones de salinidad espacio-temporal que se presenta en éste, como en muchos sistemas costeros, tal y como lo mencionan las investigaciones antes citadas, ya que el oxígeno disuelto en valores homogéneos pero por arriba de 8 mg/L no son biológicamente significativas para la supervivencia de las especies, la temperatura del agua, es un factor secundario por la característica de ectotermia y más, por la homogeneidad y constancia en sus variaciones a través del espacio y tiempo y con respecto a la profundidad al ser un ambiente poco profundo en muchas áreas del sistema, su influencia podría ser mayor en las zonas de comunicación al mar (boca) y con aquellas especies en estadios mayores a los colectados, donde su capacidad de natación está bien definida y por ende necesitan de un mayor espacio físico para su desarrollo, por lo tanto, el conjunto de estos tres factores: oxígeno disuelto, profundidad y temperatura, deberían de ser considerados, porque estadísticamente así lo muestran, relacionados más a la distribución de vegetación sumergida, donde la presencia de dicho componente biológico más la abundancia de los componentes alimenticios y en conjunto con la salinidad, es lo que determina la distribución, su frecuencia y abundancia tanto en densidad como en biomasa de las especies.

Características de la comunidad

En el presente estudio el cual básicamente se enfoca en el análisis de la temporada de secas, se reportaron 56 especies para el SLM y al hacer una comparación con otras lagunas costeras y estuarios del Golfo de México, es apreciable la riqueza íctica de la zona de estudio (Tabla 9), estos resultados pueden deberse tanto a factores ecológicos como factores metodológicos tal y como lo mencionan Pérez- Hernández y Torres- Orozco (2000), donde señalan que los valores de riqueza pueden estar relacionados a la cantidad y frecuencia de colecta enfocadas a la elaboración de inventarios de especie; un hecho real es que no son muy numerosos los estudios con datos publicados para esta zona.

Tabla. 9. Compilación de la riqueza específica en distintos

Autor	Año	Sistema	No. De especies registradas
Mora y Ramírez	1980	Laguna de la Mancha	60
Franco y Chávez	1992	Tamiahua	82
Pérez-Hernández y Torres-Orozco	2000	Tuxpan Tampamachoco	85
Raz-Guzmán y Huidobro	2002	Pueblo Viejo	67
García-Alvear	2003	Alvarado	63
Inza-Flores	2009	Sontecomapan	37
Gaeta-García	2011	Mandinga	39
Arenas-Fuentes	2012	Mandinga	27
Gómez-Sánchez	2013	Mandinga	56

Con respecto a la clasificación ecótica, entre el 74% y 81% de las especies identificadas corresponde a especies eurihalinas del componente marino, entre el 8% al 16% son habitantes permanentes del conjunto estuarino, especies dulceacuícolas secundarios se registraron entre un 8% al 10% y solo del 3% al 6% son especies estenohalinas del componente marino. Comportamiento similares observó Zamora (2002) e Inza (2009), para la laguna de Sontecomapan, Veracruz durante las temporadas secas y lluvias 2005 y secas 2006, registrando entre un 60% al 78% especies eurihalinas del componente marino, a pesar de que el SLM presenta un comportamiento fisicoquímico distinto.

La mayor presencia de especies eurihalinas se podría explicar, a causa de las condiciones del SLM, el cual tiene características polihalinas a eusalinas, ratificado y apoyado por el análisis de ordenación, donde se observó que la salinidad a lo largo de las cinco temporadas es uno de los principales componentes que influye en la distribución y abundancia de los peces. Ayala-Pérez *et al.* (1998) y Caballero-Vázquez *et al.* (2005), a través de un análisis de factores de matrices, y un análisis de componentes principales, reportaron que la salinidad



es el componente principal, de la misma forma Ortiz (2005), en un análisis de componente principales, observó que el oxígeno disuelto y la salinidad son las variables de mayor influencia, explicando el 33.34% de la varianza acumulada, lo que permite inferir que estos parámetros condicionan en mayor medida el comportamiento de la comunidad.

La menor incidencia de especies estenohalinas, probablemente se deba a que su inserción al sistema es ocasional y no es cíclica y podría deberse principalmente a la acción de las mareas (Castro-Aguirre *et al.*, 1990).

El valor de importancia ecológica es el resultado del conjunto de características ecológicas: la abundancia en biomasa y dominancia, su amplia distribución dentro de los límites de la comunidad (frecuencia) y su abundancia numérica (densidad) (Yáñez-Arancibia, 1986), la suma de estas características nos permite catalogar a una especie como dominante o regente en un ambiente.

Para la temporada de secas del 2007 la especie con mayor valor de importancia fue *Anchoa mitchilli* con un 44.38%. Ortiz (2005), reportó que esta especie es una de las dominantes para la Laguna de Pueblo Viejo, esto puede deberse a que la especie se considera típicamente lagunar (Díaz *et al.*, 2003), presenta afinidad a sitios cálidos, mesohalinos y bien oxigenados (Arenas, 2012), aunado a esto se ha reportado que la abundancia de esta especie no presenta un patrón espacial definido, lo que le brinda un amplio margen de distribución dentro del sistema (Castillo *et al.* 1994), asimismo es una especie que de acuerdo a Ocaña-Luna (2000), consume una gran variedad de ítems alimenticios de entre los que sobresalen los copépodos uno de los grupos más abundantes (Rivera-Fernández, 2012), lo que explica la gran abundancia de la especie.

En la temporada de secas del 2008 la especie que presentó el mayor valor de importancia ecológica fue *Centropomus parallelus* con un 37.82%, resultados similares registró Pérez-Ponce (2007), para las lagunas de La Mancha y La Chica-Grande, reportando que es una de las especies dominantes para los dos sistemas, el valor de importancia de esta especie se puede deber a sus estrategias biológicas para utilizar el sistema con fines de alimentación, reproducción, crianza o protección (Pérez-Ponce, 2007), lo que favorece su permanencia en



el ecosistema, reflejando su adaptación biológica, esta especie muestra afinidad por sitios cálidos, bien oxigenados y mesohalinos (Gaeta, 2011).

Dormitator maculatus fue la especie de mayor valor de importancia para la temporada de lluvias del 2008 con un 50.78%, esta es una especie del componente marino y utiliza el área del sistema para efectos de desove y como área de crianza y alimentación (Román-Hernández *et al.*, 2006). Presenta afinidad por sitios mesohalinos, bien oxigenados y someros (Gaeta, 2011). Así también se tiene registrado que la familia Eleotridae soporta amplias fluctuaciones de salinidad, por lo que se sugiere que la temperatura es un factor importante para el desove de esta especie (Román-Hernández *et al.*, 2006).

En la temporada de secas del 2009 *Cichlasoma urophthalmus* fue la especie con mayor valor de importancia con un 43.41%, se registró con un amplio intervalo de tallas. Esta especie muestra afinidad por sitios oligohalinos y mesohalinos con vegetación sumergida, bien oxigenados, profundos y de aguas transparentes (Chávez *et al.*, 2005), lo que hace pensar que puede utilizar zonas protegidas para llevar a cabo todo su ciclo de vida (Vargas *et al.*, 1980). Además se observa que la especie realiza migraciones dentro del sistema.

Para finalizar en la temporada de secas del 2010 la especie con mayor valor de importancia fue *Bairdiella chrysoura* con un 49.60%, concordando con los resultados de Vargas *et al.* (1980), para la Laguna de Términos y Ayala-Pérez *et al.* (1998), para el Sistema Lagunar de Candelaria-Panlau, donde *Bairdiella chrysoura* es una de las especies dominantes en la temporada de secas, tal vez esto se deba a que la especie utiliza la laguna como zona de desove, con su máxima intensidad en los meses de mayo a julio, principalmente en áreas de vegetación sumergida (Sánchez *et al.*, 1985), además de que los huevecillos se han encontrado en salinidades de 13 a 36 ups y temperaturas de 21.3 a 32 °C. (Sánchez *et al.*, 1985). La especie presenta afinidad a sitios mesohalinos, cálidos y bien oxigenados (Gaeta, 2011).

Como se demostró, los parámetros fisicoquímicos y bióticos de la comunidad de peces en el sistema, evidencian cambios a través de las temporadas y entre estaciones de colecta, concordando con el análisis de clasificación ecológica, el cual conformó distintos grupos a



lo largo de las cinco temporadas de estudio y estos se caracterizaron por presentar biomásas distintas.

Las especies que tienen un patrón de distribución determinado pueden tener un ámbito estrecho de dominancia o por el contrario, estar distribuidas ampliamente por varias zonas (Stalla-Mejía *et al.*, 2000).

Como respuesta adaptativa al hábitat, la comunidad de peces varía entre las zonas y la temporalidad según su necesidad de refugio y alimento (Stalla-Mejía *et al.*, 2000). La presencia y dominancia de ciertas especies en un hábitat es predecible, así como la distribución de las categorías tróficas dominantes (herbívoros y planctófagos) y la dominancia de ciertas especies en condiciones extremas. Rivera (2012), registró para el SLM 36 tipos alimentarios, siendo los más consumidos decápodos, detrito y pasto, determinando que el 53% de las especies pertenecen al tercer nivel trófico, consumidores secundarios, carnívoros primarios (zooplanctófagos, zoobentófagos y carcinófagos). El 47% de las especies pertenecieron al segundo nivel trófico, consumidores primarios (omnívoros, herbívoros y detritívoros). Del total de las especies y sexos el 49% fueron eurípagos y generalistas y el 51% fueron estenófagos y especialistas, por lo que la dominancia de las especies podría ser producto de factores como la depredación. Sánchez- Ramírez *et al.* (2012), mencionan que *Aurelia aurita* es una voraz macromedusa de huevos y larvas de peces, en especial de *A. mitchilli*, especie dominante en lagunas costeras tropicales y de mayor valor de importancia ecológica para la temporada de secas del 2007.

Por otro lado los parámetros de la comunidad de peces (dominancia, frecuencia, densidad) de la mayoría de especies menos abundantes no parecen ser muy predecibles, sugiriendo que dependen más del reclutamiento, la mortalidad y su ciclo de vida (Stalla-Mejía *et al.*, 2000). Zerón (2011), menciona en su trabajo, que la alimentación de larvas y juveniles, está sujeta a las características anatómicas que va adquiriendo conforme crece y a la disponibilidad del alimento en su ambiente, por lo que algunas de las especies cambian de alimentación de acuerdo a su ontogenia y algunas otras especies no, debido a que sus características morfológicas, no cambian desde que nacen, lo que les permite consumir el mismo alimento durante todo su ciclo de vida. Castillo *et al.* (1994), mencionan que la



abundancia de peces está influenciada por patrones de reclutamiento ya que en estos periodos los juveniles de muchas especies de peces, ingresan a los sistemas estuarinos, aprovechando la abundancia de alimento y temperaturas cálidas, lo que promueve su rápido crecimiento.

Trabajos como el de Castillo *et al.* (1997), observaron que los valores más altos de diversidad ecológica se localizan cercanos a la boca y los valores disminuyen conforme se alejan. Comportamiento distinto se presentó para el SLM, donde los valores más altos se localizan en La Redonda, probablemente se deba a que los recursos que se localizan en esta área son suficientes, descartando el desplazamiento hacia otras localidades.

El presente estudio consideró al índice de Shannon-Wiener con base 10, para estimar la diversidad ecológica de las especies, por la presencia de muchas especies raras y pocas dominantes (Krebs, 1989, Begon *et al.*, 2004).

Castillo-Rivera *et al.* (2001), menciona que existe una relación entre el comportamiento de la diversidad de peces y los patrones de producción del sistema, los cuales puede estar determinados por el régimen de precipitación pluvial. Caso similar se observó durante el presente estudio, donde se estimó valores mayores de diversidad ecológica durante la temporada de lluvias del 2008 con un promedio de 0.73 decits y bajos en la temporada de secas del 2007 al 2008, con una diversidad promedio de 0.58 decits y 0.55 decits correspondientemente, pero para la temporada de secas 2009 y 2010 los valores de riqueza y diversidad presentan un aumento con una diversidad de 0.76 decits y 0.74 decits correspondientemente. Esto debido a que las lluvias incrementan los escurrimientos, aportando grandes cantidades de materia orgánica alóctona y nutrientes. En la dinámica trófica del SLM, un incremento de nutrientes estimula la ruta de herbívora (vía fitoplancton) y el aporte de materia orgánica estimula la ruta detritívora. Ambas rutas, incrementan la disponibilidad de alimento durante la estación lluviosa, favoreciendo el ingreso de los organismos a la laguna, lo que ocasiona que la estructura de la comunidad de peces presenta una variación a través de las temporadas climáticas, lo cual puede apreciarse en diferencias de los comportamientos de los parámetros de la comunidad.



De acuerdo con lo anterior, la estructura de la comunidad de peces del sistema, tiende a una variación espacio-temporal, mostrando dos pulsos, esto representa lo que muchos autores han llamado sucesión o programación estacional de especies. La irregularidad a través de las temporadas también nos indica la influencia de los factores abióticos al sistema, produciendo estrés ambiental generado típicamente en este tipo de sistemas estuarinos (Castillo-Rivera *et al.*, 2003).

Considerando los valores de diversidad estimados para el SLM y que son representativos de solo una temporada y estrictamente a un solo muestreo y comparándolos con otros reportes de sistemas-estuarinos-lagunares del Golfo de México donde las estimaciones son anuales o con mayor tiempo, es decir de más de un muestreo, el sistema presenta una diversidad ecológica significativa (Tabla 10), y las diferencias se deben a la cantidad y frecuencia de colecta, además que se toma en cuenta que los resultados se deben tanto a factores ecológicos como metodológicos (Pérez- Hernández y Torres- Orozco, 2000), por lo tanto debe ser considerado al SLM, como un ecosistema diverso.

Tabla. 10. Compilación de la diversidad estimada en distintos sistemas veracruzanos.

Autor	Año	Sistema	Índice	Diversidad Ecológica	Equitatividad
Castillo-Rivera <i>et al.</i>	2003	Laguna de Pueblo Viejo	Shannon-Wiener (base 2)	H=1.22±.50	J= 0.60±0.20
Pérez-Ponce	2007	La Mancha	Shannon-Wiener (base 2)	H=1.87±0.67	J=0.62±0.11
		La Chica-Grande, Veracruz		H=2.10±0.26	J=0.72±0.14
Gómez-Sánchez	2013	Mandinga	Shannon-Wiener (base 10)	H=2.24±.34	J= 0.67±0.09



Indudablemente, los factores bióticos como la competencia y depredación, pueden influenciar directa o indirectamente la estructura de la comunidad, aunque su grado de incidencia no fue evaluado en el presente estudio. El papel de estos factores, ha sido señalado como importante, en diversos estudios como el de Zerón (2011) y Rivera (2012) y particularmente para el SLM, se ha observado que la competencia y biología de las especies, parece jugar un papel importante en el comportamiento espacio-temporal de la comunidad (García, 2011 y Arenas, 2012).

Resulta evidente que es difícil separar la importancia relativa de los procesos biológicos y los factores abióticos, en la determinación de la distribución y abundancia de peces, por lo tanto se puede decir que los factores abióticos pueden tener un efecto regulatorio sobre los factores bióticos, afectando indirectamente la estructura de la comunidad de peces, además, ambos tipos de factores pueden actuar sinérgicamente en los patrones espacio-temporales de la estructuración de la comunidad de peces del SLM. En este sentido, una baja variabilidad de las condiciones ambientales, la competencia y depredación tenderían a adquirir mayor importancia, mientras que bajo condiciones de inestabilidad ambiental los factores abióticos tenderían a ser los más importantes.

Como ya se mencionó las diferencias que se presentan en los trabajos de análisis ecológico pueden deberse tanto a factores ecológicos como factores metodológicos, ya que en muchas ocasiones el costo-tiempo que implica el realizar un estudio de largo plazo es muy grande, por lo que la realización de estudios anuales en la actualidad, se dificulta mucho, aun así el presente estudio es importante por la calidad y cantidad de datos que involucra y que permite un análisis de la comunidad de peces en los estadios larva, juvenil y adulta a lo largo de cinco temporadas, gracias al apoyo de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y el Laboratorio de Ecología de Peces.

Para finalizar, la información generada en el presente estudio contribuirá al entendimiento de la comunidad de peces del SLM el cual posee una riqueza ictiofaunística en estadios larvales, juveniles y adulto alta, brindando información básica y de calidad a investigadores, sectores productivos y entidades gubernamentales, para el posterior establecimiento de acciones que permitan tomar decisiones adecuadas para el aprovechamiento y conservación de los recursos acuícolas del sistema.



CONCLUSIONES

- El SLM presenta una variación espacio-temporal de la comunidad de peces, con relación a los procesos ambientales y biológicos durante la temporada de secas, básicamente.
- El sistema se caracterizó por presentar una profundidad promedio de 132.31 cm, una temperatura cálida de 29.32 °C, con una salinidad de 25.37 ups, lo que determina al sistema de tipo euhalino en secas a polihalino en temporada de lluvias con una concentración promedio de oxígeno disuelto de 8.3 mg/L clasificándolo como de tipo hiperóxico.
- En el SLM, durante las temporadas de secas del 2007 al 2010 y la temporada de lluvias del 2008 se determinaron 56 especies pertenecientes a 42 géneros y 23 familias.
- Durante las cinco temporadas predominaron las especies eurihalinas del componente marino.
- La mayor riqueza de especies se presentó durante la temporada de lluvias del 2008 con 39 especies y la menor riqueza se registró durante la temporada de secas del 2007 con 26 especies.
- Las especies de mayor valor de importancia para el SLM fueron: *Anchoa mitchilli*, *Centropomus parallelus*, *Dormitator maculatus*, *Cichlasoma urophthalmus* y *Bairdiella chrysoura*.
- Los valores más altos de diversidad se estimaron hacia el norte de la laguna de Mandinga correspondiente a la estación 9 y hacia el noreste y noroeste de La Redonda debido a la presencia de vegetación sumergida.



- La diversidad promedio más alta se estimó en la temporada de secas del 2009 con 0.76 decits, la menor, en la temporada de secas del 2008 con 0.56 decits.
- El SLM alberga a una gran variedad de especies, principalmente de origen marino, cuya distribución y abundancia están ligadas a la variación ambiental de cada temporada climática, sobre todo la salinidad y la vegetación sumergida.
- Los análisis multivariados realizados a las variables ambientales, determinaron que la salinidad, oxígeno disuelto, profundidad y temperatura, son los factores de mayor influencia que determinan la variación de la comunidad del SLM, aunque para la biología de las especies, la salinidad y la presencia de vegetación sumergida, son los determinantes.
- A pesar de ser el sistema muestreado durante la temporada de secas, las características de la comunidad ecológica cambian a través del tiempo y el espacio.



REFERENCIAS

- Álvarez del Villar, J. 1970. *Peces mexicanos (claves)*. Instituto Nacional de investigaciones Biológico Pesqueras Comisión Nacional Consultiva de peces. México. 165 p.
- Ayala-Pérez, L. A., O. A. Avilés-Alatraste y J. L. Rojas-Galaviz. 1998. Estructura de la comunidad de peces en el sistema Candelaria-Panlau, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 46 (3): 63-78.
- Arenas-Fuentes, J. E. 2012. *Análisis de la distribución y abundancia espacial de la comunidad ictiofaunica 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. 105 p.
- Arreguín-Sánchez, F. 1982. Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Veracruz, México. *Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* 26: 111-134.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. *Ecology. From individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing. Massachusetts, EUA. 738 p.
- Caballero-Vázquez, J.A., Gamboa-Pérez, H.C., Schmitter-Soto, J. J. 2005. Composición y variación espacio-temporal de la comunidad de peces en el Sistema Lagunar de Chachochuch, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*. 15 (2): 215-225.
- Castillo-Rivera, M., Kobelkowsky-Díaz M. y Montiel J. 1997. Diversidad de peces de la laguna costera de Pueblo Viejo y el Mango, Veracruz Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H128. México, D.F.
- Castillo-Rivera, M., y R. Zarate-Hernández. 2001. Abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. CONABIO, Universidad Autónoma Metropolitana. DF. *Hidrobiológica*. 11 (1). 133-149.
- Castillo-Rivera, M., R. Zarate-Hernández y L. Sanvicente-Añorve. 2003. Patrones de la diversidad de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Universidad Autónoma Metropolitana. DF. *Hidrobiológica*. 13 (4): 209-298.



- Castro-Aguirre, J. L., P. H. Espinosa y J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarina-lagunar y vicaria de México*. Limusa. México. 711 p.
- Chávez, S. G. 1975. *Elementos de oceanografía*. CECSA, México, 265 p.
- Chávez E., A., B. Anguas V., F. Arreguin y J. Sánchez CH. 1976. Prospección ecológica de las lagunas de Mandinga, Ver. *Mem. I Reun. Lat. Cienc. Tecnol. Oceanogr.* (México). 140-162 pp.
- Chávez-López, R., M. N. Peterson-S., J. Brown-Peterson, A. A. Morales-Gómez, y J. Franco-López. 2005. Ecology of the mayan cichlid, *Cichlasoma urophthalmus* Günther, in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM México. *Gulf and Caribbean Research*. 16 (2): 1-10.
- Chávez-Olguín, E. y Valenzuela- Jiménez, M. 2004. *Catálogo ilustrado de la ictiofauna del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM México. 98 p.
- Contreras-Espinosa, F., O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2002. Caracterización e importancia de las lagunas costeras. pp. 31-35. In: Guzmán, A. P., Quiroga, B. C., L.C. Díaz, C. D., Fuentes, M. C., Contreras y S. G. López. 2002. *La pesca en Veracruz*. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Pesca y Universidad Veracruzana. México. 434 p
- Cortez, F. 1985. *Lagunas costeras de México*. Centro de eco-desarrollo, secretaria de pesca, México DF., 7-19 pp.
- Cruz G., A. y A. Rocha M. 1981. Variación estacional del ictioplancton del sistema lagunar de Mandinga, Ver., México. *Mem. VII Simp. Latinoamér. Oceanogr. Biol.* 311-322 pp.
- De la Cruz-Aguero G., J. Franco L. y L. G. Abarca A. 1985. Caracterización ictiofaunística de los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. *Mem. VIII Congr. Nal. Zool.* 175-187 pp.
- De la Lanza, E. G. 1994. *Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano*. 6^a reimpresión. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, 82 p.



- De Sylva, D. P. 1985. Nektonic food webs in estuaries. Chap. II: 233-246 pp. In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.). 1985. *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. UNAM press. México. 654 pp.
- Díaz-Avalos, Carlos, J. F. Barba-Torres y M. T. Gaspar-Dillanes. 2003. Variables ambientales y abundancia de los huevos de *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en la laguna de Tamiahua, México. *Rev. Biol. Trop.* 52 (2): 157-168.
- Douglas, M. F. y G. Drewry, E. 1978. Developmental of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stage. Vol. VI Stromateidae through Ogcocephalidae. U. S. Fish and Wildlife Serv., Biol. Serv. Progr., FWS/OBS78/12, 416 p.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. Vol. 4 Northwest Atlantic Fisheries Organization. Dartmouth, Canada July 1983. 423 p.
- Farreras-Sanz, S.F. 2006. *Hidrodinámica de lagunas costeras*. CONACYT, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 179 p.
- Fisher, W. 1978. FAO. Species identification sheets for fishery and purposes. Western Central Atlantic (fishing areas 3) Rome FAO. Vols. 1, pp. 7.
- Flores-Coto, C., M. Espinosa-Fuentes, F. Zavala-García y L. Sanvicente-Añorve. 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. 19 (1): 49-76.
- Franco, J. y Chávez, R. 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 3 (4): 55-66.
- Gaeta, G. 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.
- González-Acosta, A. F., G. de la Cruz-Agüero, J. de la Cruz-Agüero, G. Ruiz-Campos. 2005. Seasonal pattern of fish assemblage of El Conchalito mangrove Swamp, La Paz, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*. 15 (2): 205-214.



- Guevara, E., A. J. Sánchez, Mascaró, M. y C. Rosas. 2007^a. Asociación trófica a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 55 (3): 989-1004.
- Guevara, E., Álvarez, H., Mascaró, M., Rosas, C. y Sánchez, A. J. 2007^b. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 55 (2): 978-998.
- Hardy, J. D. Jr. 1978. Developmental of fishes of the Mid- Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stage. Vol. III, Aphredoderidae through Rachycentridae. U. S. Fish and Wildlife Serv., Biol. Serv. Progr., FWS/OBS78/12, 394 p.
- Inza-Flores, A. 2009. *Estudio de la comunidad ictiofaunística en la laguna de Sontecomapan, Veracruz durante las temporadas de secas y lluvias 2005 y secas 2006*. Tesis de licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM, México. 262 p.
- INEGI. 1984. Carta edafológica. Hoja México. Escala 1:50000. Instituto Nacional De Estadística e Informática. México.
- INEGI. 1984. Carta uso de suelo y vegetación. Hoja México. Escala 1:50000. Instituto Nacional De Estadística e Informática. México.
- Johnson, G. D. 1978. Developmental of fishes of the Mid- Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stage. Vol. IV. Carangidae through Ephippidae. U. S. Fish and Wildlife Serv., Biol. Serv. Progr., FWS/OBS78/12, 314 p.
- Jones P. W., F. D. Martin y J. D. Hardy, Jr. 1978. Developmental of fishes of the Mid- Atlantic Bight. An atlas of egg, larval and juvenile stage. Vol. I. Acipenseridae through Ictaluridae. U. S. Fish and Wildlife Serv., Biol. Serv. Progr., FWS/OBS78/12, 366 p.
- Kobelkowsky A. 1991. Ictiofauna de las lagunas costeras del estado de Veracruz. Pp 74-93. In: Figueroa T., M. G., C. Álvarez S., A. Esquivel H. y M. E. Ponce M. (eds.). *Fisicoquímica y biología de las lagunas costeras mexicanas*. UAM-I.
- Krebs, Ch. 1989. *Ecological methodology*. HarperCollins Publishers. New York, 654 p.



- Lippson, A. J. y R. L. Morán. 1974. Manual for identification of early developmental stages of fishes of the Potomac River Estuary. Md. Dep. Nat. Resour. Power Plan Siting Program PPSO-MP-13,517 p.
- Luna, R. M. M., D. Martínez A. y F. J. Ramos. 1982. *Estudio preliminar de algunos parámetros hidrológicos de las lagunas de Mandinga, Ver., México durante dos épocas climáticas diferentes*. Tesis profesional (Biología). Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. UNAM. 68 p.
- Moser, H. G., W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall y S. L. Richardson. 1984. Ontogeny and systematic of fishes. Based on An International Symposium dedicated to the memory of Elbert Halvor Ahlstrom. Special publication number 1. American Society of Ichthyologists. The symposium was held August 15-18 1983, La Jolla California 760 pp.
- Muñoz-Iniestra, 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*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, 3-43 p.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the world*. 3er ed. John Wiley y Sons, New York, USA. 600 p.
- Ordoñez-López, U., y V. D. García-Hernández. 2005. Ictiofauna juvenil a *Thalassia Testudinum* en Laguna Yalahua, Quintana Roo. *Hidrobiológica*. 15 (2): 195-204.
- Ortiz-Burgos, G. S. 2005. *Estructura de la comunidad de peces en un ambiente con vegetación sumergida de una laguna costera tropical*. Tesis de Maestría en Biología. Universidad autónoma Metropolitana, Iztapalapa. 109 p.
- Pérez-Hernández, 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. *Hidrobiología*. 10: 74-83 p.
- Ray-Guzmán, A. y L. Huidobro. 2002. Fish communities in two environmentally different estuarine systems of México. *J. Fish Biol.* 61 (Suppl. A): 182-195 p.
- Reyes-Ascencio, O. U. 2011. *Hidrología del sistema lagunar de Mandinga, durante las temporadas climáticas de secas y lluvias del 2008 y secas del 2009*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM México. 135 p.



- Reguero, M. y García-Cubas, C. A. 1993. Moluscos de complejo lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: Sistemática y ecología. *Hidrobiológica*. 3 (1-2): 41-70.
- Rivera, F. A. 2012. *Características tróficas de la ictiofauna juvenil y adulta del Sistema Lagunar de Mandinga, durante la temporada de secas del 2008*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM México. 172 p.
- Rocha R., A. y A. Cruz G. 1981. Aspectos ecológicos del ictioplancton del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz. Res. V Cong. Nal. Zool. 139 pp.
- Rocha R. A. 1983. *Distribución y abundancia del ictioplancton del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz*. Tesis de licenciatura (Biología), Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM, México. 86 p.
- Rodríguez V., A., A. Cruz G. y M. A Torres R. 1992. Análisis de la abundancia del ictioplancton de las familias Gobiidae y Eleotridae en seis sistemas estuarinos del estado de Veracruz. Res. III Congr. Nal. Ictiol. 41 p.
- Sánchez-Chávez, J. 1976. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de las lagunas de Mandinga, Ver. Méx. Mem. I Reun. Lat. Cienc. Tec. Méx.: 110-162 p.
- Sánchez-Iturbe, A. y C. Flores-Coto. 1985. Estimación de biomasa de *Bairdiella chrysoura* por medio del censo de huevos y algunos aspectos de sus primeros estadios. Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Sciaenidae). Universidad Nacional Autónoma de México. An. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. 7 (1): 69-94.
- Stalla-Mejía, L. y J. Garzón-Ferreira. 2000. Estructura de la comunidad de peces en cuatro atolones del archipiélago de San Andres y Provideria. Rev. Biol. Trop. 48 (4): 52-74.
- Vargas-Maldonado, I., A. Yáñez-Arancibia, A. 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. An. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 11(5): 138-156.
- Vargas M., M., Ocaña L., J. A. y Sánchez R., M. 2006. Estructura de la comunidad ictioplanctónica y de celenterados planctónicos en la laguna de Mandinga, Veracruz



(2003-2004) Res. XIV Reunión Nacional de la SOMPAC. Morelia, Mich., 30 de mayo al 2 de junio.

Wetzel, R. G. 1981. *Limnología*. Omega, Barcelona, España. 112-139 p.

Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera*. AGT, México DF., 16-48 p.

Zamora, A. L. 2002. *Hábitos alimenticios en larvas y juveniles de peces en la laguna de Sontecomapan Veracruz durante la temporada climática de 1996 a 1997*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Laboratorio de Ecología de peces. UNAM, México 72 p.

Zerón, H. A. 2011. *Características alimentarias de larvas y juveniles de peces en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz durante la temporada de secas del 2008*. Tesis de licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM, México. 115 p.

CITAS ELECTRÓNICAS

- Castillo-Rivera, M., G. Moreno y R. Iniestra. 1994. Spatial, seasonal, and diel variation in abundance of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli* (Teleostei: Engraulidae), in a tropical coastal lagoon of Mexico. *Southwest*. 39 (2): 263-268.
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3671591?uid=38293&uid=3738664&uid=2&uid=3&uid=67&uid=62&uid=38292&sid=21101170458351>
- INEGI, 2011. Ortofoto Digital. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>. Consultado 27/09/2011.
- INEGI, 2011. Rasgos hidrográficos. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>. Consultado 27/09/2011.
- Navarro-Rodríguez M.C., y L. F. González-Guevara. 2005. Laguna costera en Bahía de Banderas. <http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/alephzero/Archivo/historico/az39/tortuga.html>. Consultada 28/08/20011.