



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
Laboratorio de Ecología de Peces

Análisis ecológico de la comunidad
zooplanctónica del Sistema Lagunar de
Mandinga, Veracruz durante las temporadas de
secas y lluvias 2008 y secas 2009 y 2010

TESIS DE INVESTIGACIÓN

Que para obtener el título de:

BIÓLOGA

Presenta

YUTZIL IRENE CASTÁN AQUINO

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela

Directora

M. en C. Adolfo Cruz Gómez

Codirector

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

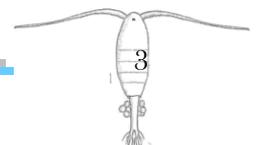
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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





DEDICATORIAS

A mi madre y padre, por ser mi sostén e inspiración, por demostrarme todo su amor en cualquier circunstancia y por confiar en que lograré más cosas buenas. También por muchos momentos de felicidad, espero recompensarlos muy pronto. Los amo.

A mis hermanas, por sus consejos y a pesar de los jalones de oreja estar a mi lado apoyándome y consintiendome. Gracias por ser mis confidentes y motor. Las amo. También a mi nuevo hermano Olaf (super inteligente) que es un ejemplo a seguir.

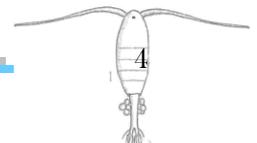
A mis abuelos, por traer al mundo a mis padres y apoyarlos, sin ustedes no hubiera sido posible la bonita familia que tenemos. También por compartir su vida e historia conmigo, son mis historias favoritas.

A mi tía Catalina, por su cariño, consejos y atenciones (en especial la comida deliciosa) que me ha brindado a lo largo de mi vida.

A Angel, que estuvo a mi lado gran parte de mi vida académica, que siempre tuvo las palabras para consolarme y animarme cuando me daba por bencida, por brindarme su amor y considerarme una persona exitosa, lo cual ha hecho que quiera seguir creciendo. Gracias por todo, te quiero.

A mis amigos de la secundaria, CCH (especialmente mi Serch, Yahir, Salvador y Hugo) y universidad (Ernesto, Jorge y mi comadre Judith) por crear en mi diferentes perspectivas de la vida, por sus consejos, por escucharme y sobre todo por compartir momentos divertidos conmigo. Gracias por estar a mi lado y enseñarme. Los quiero.

A Oscar, mi confidente, amigo y compañero, por estar a mi lado cuando más lo necesité, por motivarme, por influir en las mejores desiciones que he tomado y por escucharme. Eres de las personas que más admiro, me has enseñado muchas cosas. Espero conservarte a mi lado durante toda mi vida. Te quiero.





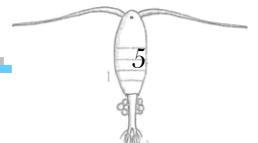
AGRADECIMIENTOS

A la Biol. Asela del Carme Rodríguez Varela, por ayudarme, aconsejarme y enseñarme, pero sobre todo por recibirme con los brazos abiertos en su laboratorio. Le agradezco su gran disponibilidad y amabilidad.

A el M. en C. Adolfo Cruz Gómez y el Dr. Arturo Rocha Ramírez, por enseñarme, ayudarme a enriquecer este trabajo, motivarme a estudiar y por ser tan accesibles a mis dudas. Gracias por generar en mí la idea de ser mejor biólogo cada día.

A mis sinodales, M. en C. Rafael Chávez López y Dr. Horacio Vázquez López por sus valiosas aportaciones. Gracias por sus observaciones y comentarios.

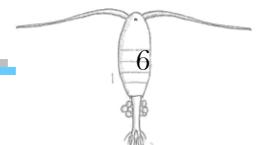
A mi segunda casa la UNAM, por brindarme grandes oportunidades, por ayudarme a conocer el mundo, por hacerme crecer y querer más de la vida.





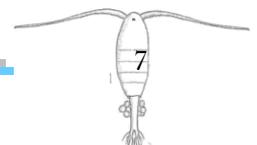
Contenido

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACIÓN	12
OBJETIVO GENERAL	13
Objetivos particulares	13
ANTECEDENTES	14
ÁREA DE ESTUDIO	16
MATERIALES Y MÉTODOS	18
RESULTADOS	23
Parámetros fisicoquímicos	
Velocidad y dirección de la corriente	23
Temperatura del agua	25
Oxígeno disuelto	27
Salinidad	29
Color del agua	31
Transparencia	33
Aspectos biológicos	35
Listado taxonómico	35
Grupos reportados y determinados en el SLM	37
Listado de los grupos del zooplancton del SLM	38
Distribución de la abundancia y biomasa de los grupos del zooplancton	39
Foraminifera	39
Cnidaria	40
Ctenophora	40
Rotifera	41
Bivalvia	41





Polychaeta	42
Cladocera	44
Tanaidacea	46
Amphipoda	47
Isopoda	49
Ostracoda	50
Calanoida	52
Cyclopoida	54
Harpacticoida	56
Larva nauplio	58
Larva cypris	60
Larva zoea	62
Larva mysis	64
Larva megalopa	66
Larva trocófora	67
Chaetognatha	68
Appendicularia.	70
Huevos de pez	71
Larvas de pez	73
Densidad y biomasa total por temporada	75
Densidad relativa	77
Frecuencia relativa	81
Dominancia relativa	85
Valor de Importancia Ecológica	89
Diversidad ecológica	93
Clasificación y Ordenación	98
DISCUSIÓN	106
CONCLUSIÓN	121
LITERATURA CITADA	122

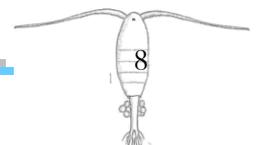




Resumen

El estado de Veracruz cuenta con el 7.4% de las superficies estuarinas del país siendo una de las más importantes el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), la cual es considerada una fuente importante de recursos turísticos y pesqueros. Dentro del SLM un grupo indispensable por su posición de consumidores primarios es el zooplancton, por lo que el objetivo del presente trabajo fue analizar la Distribución de la abundancia (g/100 L) de la comunidad zooplanctónica del SLM. Para esto se registraron parámetros fisicoquímicos del agua (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, velocidad y dirección de la corriente, transparencia y color), Distribución de la abundancia (g/100 L) de los organismos en las temporadas de secas y lluvias del 2008 y secas del 2009 y 2010. Se determinaron un total de 24 taxa, el grupo más abundante y frecuente en todas las temporadas de muestreo fue Calanoida con una densidad relativa máxima del 78.28% en la temporada de secas 2010, una mínima de 39.74% en secas 2008, y una frecuencia relativa máxima de 21.79% en lluvias 2008 y la mínima de 10.81% en secas 2010. Las larvas de peces con el 62.92% en la temporada de secas 2008 y Calanoida con el 47.49% como máximo en secas 2010 fueron los grupos con mayor dominancia relativa. Igualmente, el orden Calanoida fue el que presentó mayor valor de importancia ecológica en la mayoría de las temporadas muestreadas con un valor máximo de 136.09% en secas 2010 y como valor mínimo de 65% en secas 2008, en la cual el grupo con mayor valor de importancia fueron las larvas de peces con el 78.07%. Con lo que se puede concluir que el factor biótico que influye principalmente en la abundancia de los grupos del zooplancton es la dominancia. La diversidad del SLM osciló entre 1.2478 y 1.6540 bits/ind con un promedio de 1.4357 bits/ind. El análisis de componentes principales determinó que la distribución y la abundancia en el SLM de la comunidad zooplanctónica están determinadas por la salinidad, oxígeno disuelto, temperatura del agua y velocidad de corriente.

Palabras clave: Mandinga, fisicoquímicos, zooplancton y diversidad.





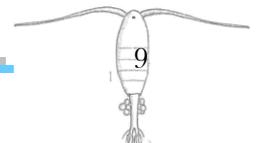
Introducción

Las lagunas costeras se caracterizan por poseer un ambiente de cambio continuo derivado de los efectos hidrológicos ocasionados por el encuentro de dos masas de agua de diferente origen (marina y continental); este encuentro trae como consecuencia la presencia de diversos hábitats que permiten el establecimiento de organismos, poblaciones e inclusive comunidades con diferentes requerimientos (Caso *et al.*, 2004). Las lagunas costeras tienen una productividad biológica alta, ya que, al ser un sistema variablemente abierto existe un gran intercambio de materiales biológicos (organismos) y no biológicos (agua, sales, nutrientes, sedimentos, materia orgánica) con ecosistemas vecinos, lo que representa una rica herencia genética, con la biota derivada desde el mar, del agua dulce o de fuentes terrestres (Yáñez-Arancibia, 1986; Farreras-Sanz, 2006).

En la costa veracruzana se localiza el 7.4% de las superficies estuarinas del país con 116 mil 600 ha, lo que la lleva a ocupar el quinto lugar en cuerpos lagunares litorales, siendo las zonas más importantes las de Pueblo Viejo, El Llano, Tamiahua, Tampamachoco, Casitas, La Mancha, Alvarado, Sontecomapan, El Ostión y Mandinga (Barreiro, 2002).

El Sistema Lagunar de Mandinga (SLM) es considerado una fuente importante de recursos turísticos, hoteleros y pesqueros (ostión, jaiba, lisa, camarón y robalo) para la región, así como un ecosistema interesante para el desarrollo de la acuicultura (Reyes, 1994), esto debido a su diversidad de recursos y posibilidades de uso. No obstante su relevancia tanto económica como ecológica, ha sido sometida a un gran impacto por actividades humanas como los dragados, contaminación por petróleo, entre otros. Sin embargo, el problema más grave es la cantidad de desechos que recibe provenientes de los asentamientos humanos a su alrededor y de la creciente actividad turística (Portilla-Ochoa, 2005). Esto ha provocado cambios en el régimen hidrológico del sistema y a su vez alteraciones en los patrones de distribución y la biomasa (Barreiro, 2002).

Uno de los componentes principales de las comunidades biológicas de los sistemas acuáticos

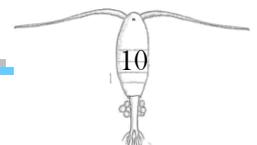




por su posición en la trama trófica como consumidores primarios y que es considerado un eslabón de particular importancia en el flujo de energía, es el zooplancton (Conde-Porcuna *et al.*, 2004). Su importancia en las lagunas costeras radica principalmente en su papel como transformadores de la energía originada por el fitoplancton y que es puesta a disposición de niveles tróficos superiores (peces y algunas aves) donde pueden encontrarse organismos de importancia comercial; debido a lo anterior, se puede afirmar que de la abundancia de estos organismos en una zona determinada, dependen en gran medida la cantidad de recursos que puedan capturarse; asimismo, las especies presentes en el zooplancton pueden utilizarse como indicadores de las características del agua de la que proceden (Suárez-Morales y Gasca-Serrano, 1992). El conocimiento de su estructura también permite caracterizar los sistemas acuáticos y conocer algunas de las interacciones dominantes en ellos (Conde-Porcuna *et al.*, 2004).

El zooplancton de las lagunas costeras comprende una gran cantidad de organismos generalmente pequeños cuya capacidad de movimiento es nula o baja, de manera tal que su distribución horizontal de mayor escala está determinada por los desplazamientos de las aguas que habitan, y no por su propia motilidad (Boltovskoy, 1981). El zooplancton se divide tradicionalmente en dos categorías, el meroplancton, constituido principalmente por larvas de crustáceos, ictioplancton e invertebrados bentónicos los cuales solamente una parte de su ciclo de vida la desarrollan con fase planctónica, y el holoplancton, que corresponde a organismos que permanecen toda su vida en el plancton (Cifuentes *et al.*, 2003), como los copépodos que constituyen hasta un 80 o 90% del total de estas comunidades (Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre, 2000). Según Odum (1972), por las características de las lagunas costeras se favorece a una mayor diversidad de organismos meroplanctónicos en la comunidad del zooplancton, en comparación con el holoplancton que son menores.

En las lagunas costeras el zooplancton incorpora una gran diversidad de grupos de organismos, entre los cuales se puede mencionar a los foraminíferos, radiolarios, protistas ciliados, celenterados, ctenóforos, rotíferos, quetognatos, poliquetos, heterópodos, pterópodos, salpas y apendicularias, además de varios grupos de crustáceos tales como

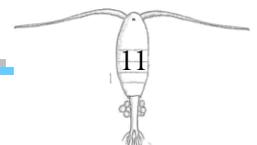




cladóceros, ostrácodos, copépodos, tanaidáceos, mysidáceos, cumáceos, anfípodos, isópodos, eufasiáceos y decápodos (Gómez-Aguirre, 1987).

Los factores principales que regulan la composición del zooplancton estuarino son la temperatura, relacionada íntimamente con la reproducción, el alimento, no todo el sustento alimenticio del zooplancton está basado en su consumo de formas fitoplanctónicas; se ha calculado que el zooplancton consume solamente entre el 5 y el 13% del fitoplancton, una mayor depredación sobre el fitoplancton se da en las formas macrozooplanctónicas (45%) y en las microzooplanctónicas sobre el nanofitoplancton del 80 al 90%, una fuente importante del alimento, para estos organismos, lo constituyen los detritus; y por último la depredación, la cual parece ser la mayor fuerza controladora de las poblaciones zooplanctónicas (Contreras, 1993).

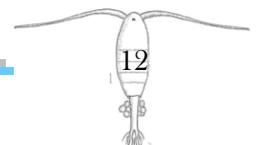
Desde la perspectiva biológica, las lagunas costeras del golfo de México poseen características propias y con diversidades diferentes propiciadas por factores hidrológicos y por la tasa de recambio de agua, así como de la influencia dominante, ya sea la marina o la dulceacuícola, debido a la estacionalidad (Alber, 2002), por lo que es importante el estudio de estas a través del tiempo.





Justificación

En el SLM existen trabajos sobre el zooplancton, pero la mayoría de estos tratan sobre la distribución, abundancia y variación estacional de algunos de sus componentes, también hay listados de copépodos dentro del sistema, sin embargo, no se abordan otros grupos también importantes de esta comunidad (como los anfípodos, larvas de crustáceos, ostrácodos, etc.), y no incluyen una evaluación ecológica. Es importante considerar esto, ya que uno de los aspectos de mayor interés en la ecología ha sido, y sigue siendo, el estudio de los factores bióticos y abióticos que regulan la dinámica y estructura de las comunidades naturales, y conocer las interacciones entre estos factores y cuantificar su importancia relativa, lo que representa uno de los principales problemas con los que se enfrenta la ecología. Por lo que, el conocimiento y estudio de la comunidad del zooplancton que habita en las lagunas costeras es indispensable para que se pueda establecer la estructura y funcionamiento de esta comunidad, y establecer cómo se ve alterada por la temporalidad que determina los parámetros ambientales donde se desarrolla.



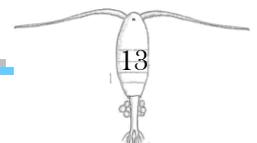


Objetivo General

Analizar las características ecológicas de la comunidad zooplanctónica del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, en la temporada de lluvias 2008 y secas 2008, 2009 y 2010.

Objetivos particulares

-  Distinguir las condiciones ambientales del SLM durante los periodos de estudio.
-  Determinar la composición de los grupos del zooplancton y la variación de taxa durante las diferentes temporadas.
-  Determinar la densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia ecológica de la comunidad del zooplancton por temporadas climáticas.
-  Estimar la diversidad ecológica y la equitatividad por temporada.
-  Determinar los patrones de distribución de la densidad y biomasa de los grupos del zooplancton del SLM.
-  Analizar los principales parámetros fisicoquímicos (por medio de un PCA) que se presentan en el SLM durante las temporadas de estudio y que determinan la distribución de la abundancia de la comunidad zooplanctónica.





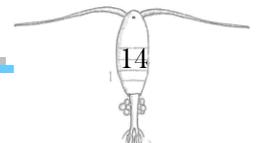
Antecedentes

Se han realizado varios estudios de zooplancton en diferentes sistemas lagunares de Veracruz, entre los más importantes se pueden citar los siguientes:

-  Barrera (1985), estudió la abundancia y distribución de copépodos en la laguna de la Mancha con relación a la distribución de la temperatura, salinidad, oxígeno y biomasa (Verano 1981 y 1982).
-  Álvarez-Silva (1989), realizó el estudio de los copépodos colectados durante 1981 y 1982 en la laguna de La Mancha, y durante 1985 y 1986 en la de Tamiahua. Detectó 18 especies de copépodos, que clasificó según su distribución geográfica.
-  Álvarez-Silva y Luna (1991), realizaron un trabajo sobre la composición de los copépodos de la laguna de Alvarado.

También existen trabajos sobre zooplancton realizados en el SLM, entre los que se pueden citar:

-  Cruz y Rocha (1981), realizaron un estudio de la variación estacional del ictioplancton.
-  Camarena (1982), contribuyó al conocimiento de la fase postlarvaria del camarón (*Penaeus* spp.).
-  Álvarez-Silva y Luna (1992), efectuaron un estudio prospectivo sobre el zooplancton de la cuenca hidrológica asociada a la laguna de Mandinga.
-  Contreras (1993), reportó el predominio de algunos géneros de la familia Calanoidea, y los géneros que representan a los cladóceros, además de quetognatos y larvas nauplio.
-  Cruz y Rodríguez (1996), reportaron los resultados del ictioplancton que se han obtenido en Tamiahua, Laguna Grande, Tuxpan-Tampamachoco, Jácome, Tecolutla, Casitas, Nautla, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan.
-  Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre (2000), presentaron un listado actualizado de los copépodos reconocidos en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamachoco, La Mancha, Mandinga y Alvarado.





-  Vargas *et al.* (2006), analizaron la estructura de la comunidad ictioplanctónica, así como la de las medusas y ctenóforos.
-  Pérez (2012), hizo un análisis de algunos aspectos reproductivos de *Stomolophus meleagris* y *Aurelia aurita* en la laguna de Mandinga.

Área de estudio

Localización. El SLM se encuentra en el estado de Veracruz y está localizado entre los paralelos 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1985)(Fig.1).



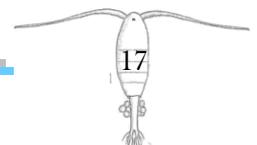
Fig. 1. Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), Veracruz.



El SLM tiene una extensión de 3 mil 250 ha y una longitud de 20 km aproximadamente, con una orientación norte-sur. Está constituido por tres cuerpos de agua principalmente. El cuerpo de agua más cercano al mar es la laguna La Larga, seguida de la laguna La Redonda y posteriormente la laguna de Mandinga (Contreras, 1985). Estas lagunas se encuentran interconectadas por tres esteros; el estero El 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 y por último el estero Mandinga, que se conecta a la laguna La Redonda con la laguna de Mandinga Grande (Arreguin-Sánchez, 1978) (Fig. 2). Hacia el noreste las lagunas se separan del mar por una barrera de médanos.

Clima. El clima correspondiente al SLM es tropical, y según García (1990), se clasifica dentro de los cálidos subhúmedos (A_w). Las estaciones climáticas determinadas para este sistema son: nortes de noviembre a febrero; secas desde marzo a junio y lluvias de julio hasta octubre (Raz-Guzmán *et al.*, 1992; Morán *et al.*, 2005). Presenta una precipitación en la temporada de secas de 125 a 200 mm y temporada de lluvias de 1400 a 1700 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor 5% de la anual. La temperatura media en la temporada de secas está entre 18 °C y 27 °C y en la de lluvias entre 22.5 °C y 33 °C (García, 1990).

Hidrografía. Las lagunas se encuentran separadas del mar por una barrera arenosa. La influencia marina y las fluctuaciones originadas por las mareas son limitadas. En el norte del SLM se encuentra la desembocadura del río Jamapa (principal aporte de agua dulce en el sistema), el cual se comunica a la laguna La Larga por medio del estero El Conchal. En el extremo sureste de la laguna de Mandinga Grande desemboca un pequeño arrollo. También existe un aporte proveniente de la infiltración de agua a través de los médanos y pequeñas corrientes de verano que ingresan por la orilla sur de la laguna de Mandinga Grande (Reguero y García-Cubas, 1993).



Materiales y métodos

Se realizaron muestreos sistemáticos en 20 estaciones en el SLM (Fig. 2), el 4 y 5 de abril (temporada de secas), 28 y 29 de agosto (temporada de lluvias) de 2008, 19 y 20 de marzo de 2009 y 22 de abril de 2010 (temporadas de secas). Dichos muestreos fueron realizados por los responsables del Laboratorio de Ecología de Peces y los grupos correspondientes al módulo de Metodología Científica VI.

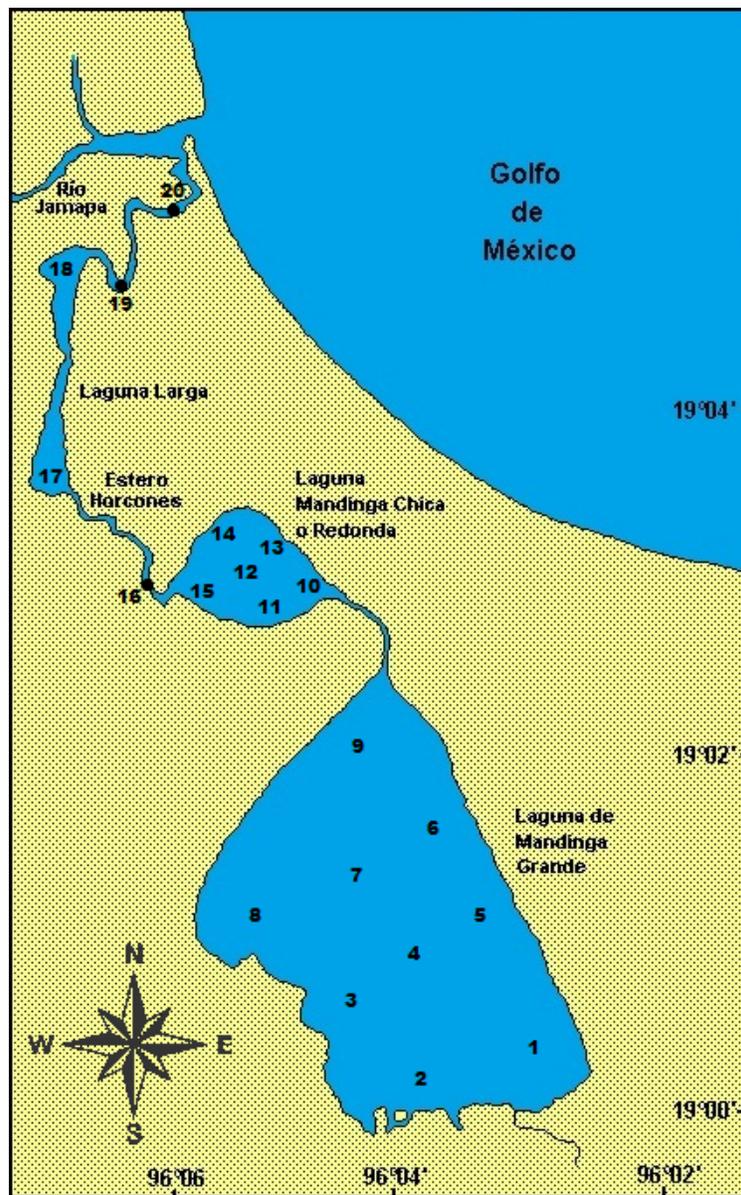


Fig. 2. Plan básico de estaciones muestreadas en el SLM.

Se utilizó una lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda de 50 HP. Todas las estaciones fueron georreferenciadas, con un geoposicionador Garmin modelo GPS 72; registrándose también la hora en cada estación, mientras que la transparencia (cm) fue medida con un disco de Secchi LaMotte.

Las características hidrológicas se registraron a nivel de la superficie, la temperatura ($^{\circ}$ C) y la salinidad (ups) fueron registradas con un multisensor YSI 30 y una vez medida la salinidad, se utilizó la escala de Carriker (1967) para clasificar al sistema con base a esta. El oxígeno disuelto (mg/L) se registró con un oxímetro Oakton Waterproof serie DO 3001 utilizando la escala de Contreras-Espinosa *et al.* (2002) para clasificar al sistema en base a este parámetro. La dirección de la corriente se determinó con base en objetos a la deriva y la velocidad (m/s) con un sensor de flujo manual (flujómetro) 30 A-60. También se utilizó la escala de Forel-Ule código 5907 para determinar el color del agua como un indicativo de la productividad.

Para la colecta del zooplancton se utilizó una red cónica estándar *Water Mark* de 50 cm de diámetro y 363 μ m de abertura de malla (Fig. 3 A-B), con la cual se realizaron arrastres circulares superficiales de 5 min en promedio, se registraron la velocidad de la lancha y la distancia recorrida con un GPS Garmin modelos 12XL, para así obtener los litros filtrados y con ellos estandarizar la abundancia a ind/100 L. La muestra biológica se fijó con formol al 4% y se colocó en un frasco de plástico debidamente etiquetado.



Fig. 3. Red cónica *Water Mark*, para colecta de plancton A. Muestreo con la red cónica B. Muestra en el cono colectivo.



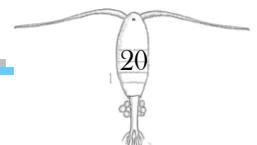
Los grupos fueron identificados hasta el nivel posible utilizando la literatura de Boltovskoy (1981), Smith y Johnson (1996), Johnson y Allen (2005), y Gutiérrez *et al.* (2008).

Posteriormente a la determinación de cada grupo, para obtener los datos de biomasa (peso húmedo), en algunos grupos (quetognatos, ctenóforos, larva trocófora, etc.) se realizó un conteo directo de los individuos mediante un microscopio estereoscópico (Fig. 4-A). En los grupos más densos (calanoideos, nauplios, zoeas, etc.) se homogenizó la muestra y se usó el método del cuadrado con una caja de Petri cuadrículada, se enumeraron los cuadros de la caja y se eligieron al azar (mediante la función RANDOM de una calculadora científica) 10 cuadros para el conteo de organismos (con microscopio estereoscópico), y se realizó una relación de linealidad (mediante una regla de tres) para obtener los individuos totales.

Los individuos contados se conservaron en frascos de vidrio totalmente llenos con alcohol al 70% (Fig. 4-B). Para pesarlos, se humedeció una malla de 363 μm y se colocó en un embudo hasta que el goteo se presentó cada 15 s, ésta se pesó en una balanza semi-analítica para tarar, inmediatamente se depositaron los individuos contabilizados en la malla y se volvió a colocar en el embudo, se dejó la malla (con los organismos) hasta que el goteo igualmente se presentó cada 15 s, se pesó en la balanza ya tarada y se anotó el valor (Fig. 4-C y D). Para obtener la biomasa se multiplicó el peso correspondiente a un individuo (obtenido del peso total/número de individuos) con su abundancia ya estandarizada (ind/100 L), obteniéndose así g/100 L. Lo anterior se realizó para cada uno de los grupos del zooplancton.

Análisis de Datos.

Las características fisicoquímicas, así como la Distribución de la abundancia (g/100 L) de los organismos fueron representadas en mapas con isolíneas elaborados con el programa Surfer 8 (2002).



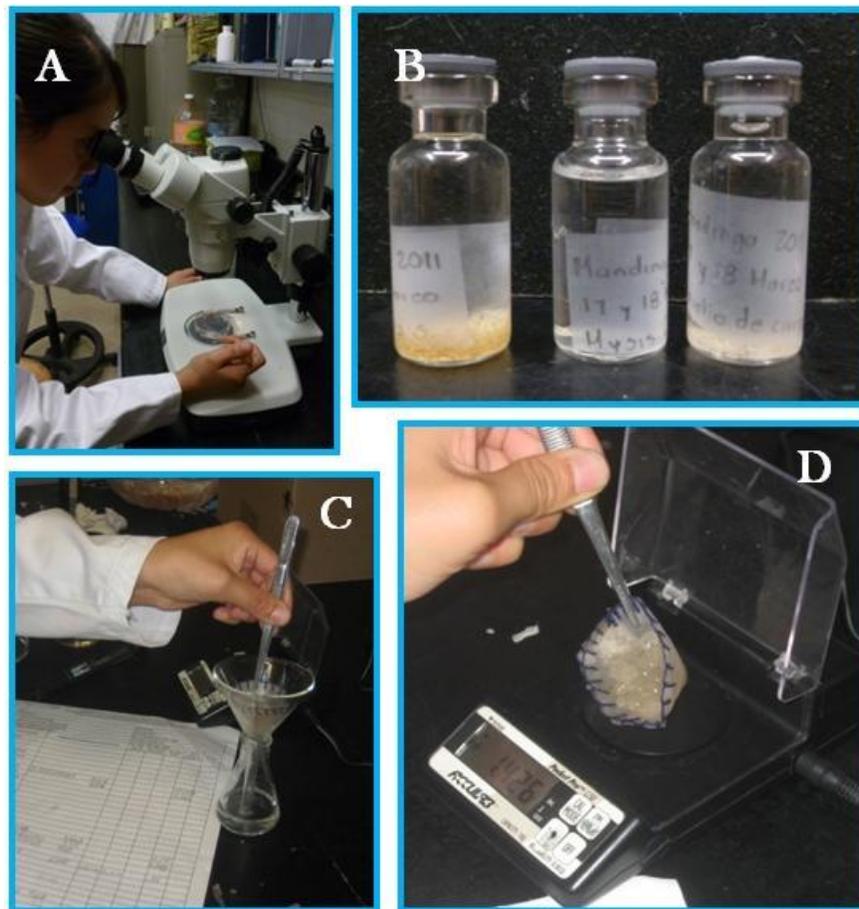


Fig. 4. Obtención de la biomasa A. Conteo de los organismos B. Conservación de los organismos C. Red de zooplancton en embudo D. Peso de los organismos en la red de zooplancton

Para obtener los parámetros ecológicos se utilizaron los siguientes índices calculados con el programa Microsoft Office Excel 2007:

Riqueza de taxa= Número de taxa colectadas en la estación “i”

Densidad (D_i): $D = n_i/A$

- n_i = Densidad del taxón “i”
- A= Área o volumen total muestreado o filtrado.

Densidad relativa (RD): $RD = (D_i/\sum D) 100$

- D_i = Densidad del taxón “i”



- $\sum D$ = Suma de las densidades de todos los taxa.

Frecuencia (f_i): $f_i = j/K$

- J = Número de muestreos en cuales el taxón “i” se presenta.
- K = Número total de muestreos.

Frecuencia relativa (Rf_i): $Rf_i = (f_i / \sum f_i) 100$

- f_i = Frecuencia del taxón “i”
- $\sum f_i$ = Suma de las frecuencias de todos los taxa.

Dominancia (C_i): $C_i = a_i/A$

- a = Biomasa del taxón “i”
- A = Biomasa total pesada.

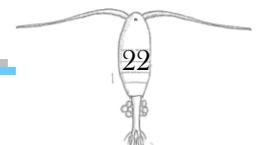
Dominancia relativa (RC_i): $RC_i = (C_i / \sum C) 100$

- C_i = Dominancia del taxón “i”
- $\sum C$ = Suma de las dominancias de todas las especies.

Valor de Importancia (VI_i): $VI_i = RD_i + Rf_i + RC_i$

- RD_i = Densidad relativa del taxón “i”
- Rf_i = Frecuencia relativa del taxón “i”
- RC_i = Dominancia relativa del taxón “i”

Para obtener el índice de diversidad de Shannon-Wiener ($H' \log_2$) y Equitatividad de Pielou (J') se utilizó el programa PRIMER 6 versión 6.1.6. Con este mismo programa se realizó el método de clasificación no jerárquico, politético, cuantitativo, aglomerativo aplicado a las estaciones muestreadas y a la abundancia (ya estandarizada) de los organismos zooplanctónicos presentes en cada temporada de muestreo. Se utilizó el índice de Distancia Euclidiana (disimilitud) y para la construcción del fenograma se utilizó el criterio de ligamiento promedio. Además se realizó una ordenación por el Análisis de Componentes Principales (PCA) para definir los factores que determinan la distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica.





Resultados

Parámetros fisicoquímicos.

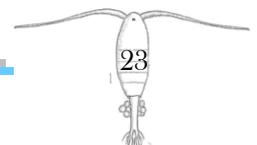
Velocidad y dirección de la corriente. En la temporada de secas 2008 se presentó una velocidad promedio de 14.79 m/s, con una velocidad mínima de 8 m/s al sureste de la laguna Redonda con dirección al oeste, mientras que la velocidad mayor 26 m/s se encontró al norte de la laguna La Larga en dirección al sur (Fig. 5-A).

En el caso de la temporada de lluvias 2008, se presentó un promedio de 5.37 m/s, con una velocidad mínima de 0.02 m/s al este de la laguna de Mandinga en dirección al sur, y una máxima de 25.4 m/s localizada al suroeste de la laguna La Redonda con la misma dirección al sur (Fig. 5-B).

En la temporada de secas 2009, la velocidad máxima que se registró fue 73.70 m/s al sur de la laguna de Mandinga dirigiéndose al sureste y una mínima 4.3 m/s al norte de la laguna La Larga con dirección al oeste, teniendo un promedio de 22.82 m/s (Fig. 5-C).

En el año 2010, se registró una velocidad media de 0.13 m/s, con una mínima de 0.05 m/s al noroeste de la laguna La Redonda con dirección al suroeste y una máxima de 0.19 m/s al noroeste de la misma laguna con dirección norte (Fig. 5-D).

El promedio de la velocidad de la corriente en el SLM durante las temporadas de muestreo fue de 10.77 m/s con un mínimo de 0.02 m/s al este de laguna de Mandinga dirigiéndose hacia el sur en la temporada de lluvias 2008 y un máximo de 73.79 m/s al sur de la misma laguna con dirección al sureste en la temporada de secas 2009.



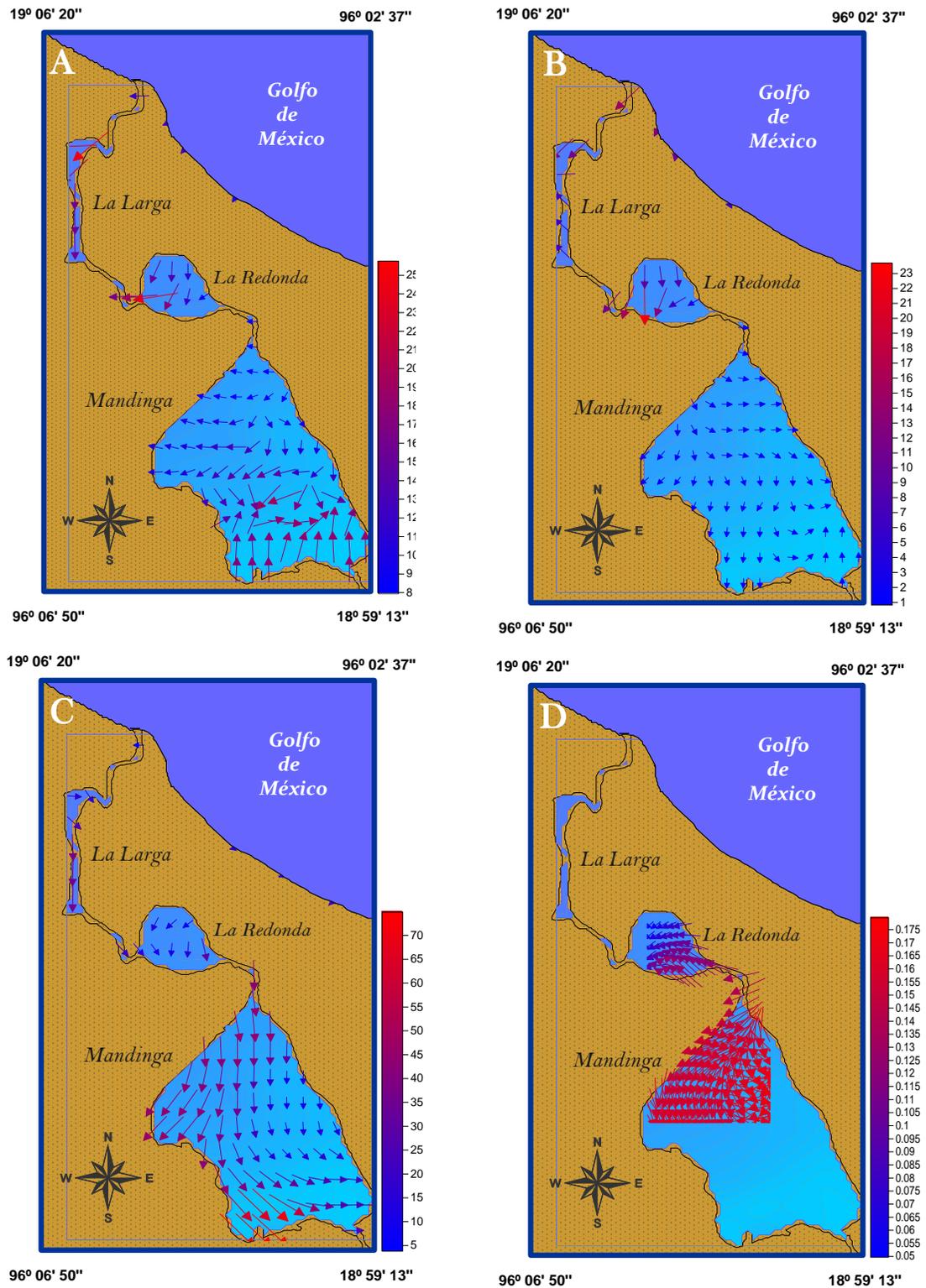


Fig. 5. Dirección y velocidad (m/s) de la corriente del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



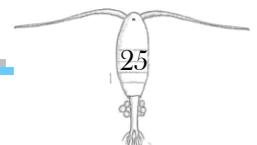
Temperatura del agua. En la temporada de secas 2008 se presentó una temperatura promedio de 30.39 °C. El valor mínimo se registró en el estero El Conchal con un valor de 28.2 °C y un máximo de 32.2 °C al oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 6-A).

En la temporada de lluvias 2008 la máxima temperatura fue de 30.8 °C en el este de la laguna de La Redonda, y la mínima fue de 29.2 °C en el estero El Conchal, siendo la temperatura promedio de 30.16 °C (Fig. 6-B).

Durante la temporada de secas 2009 el promedio de la temperatura fue de 27.39 °C, el valor mínimo se presentó en el suroeste de la laguna de La Redonda con un valor de 26 °C, y una temperatura máxima de 28.3 °C en el noroeste de la misma laguna (Fig. 6-C).

En la temporada de secas 2010 el promedio de temperatura fue de 28.5 °C, con una mínima de 27.8 °C al noreste de la laguna de Mandinga y una máxima de 29.7 °C al noroeste de la laguna La Redonda (Fig. 6-D).

El promedio de temperatura en el SLM durante las temporadas de 2008 al 2010 fue de 29.1 °C. El valor máximo que se registró fue de 32.2 °C en la laguna de Mandinga durante la temporada de secas 2008, mientras que la temperatura mínima registrada fue de 26 °C en laguna La Redonda durante la temporada de secas 2009.



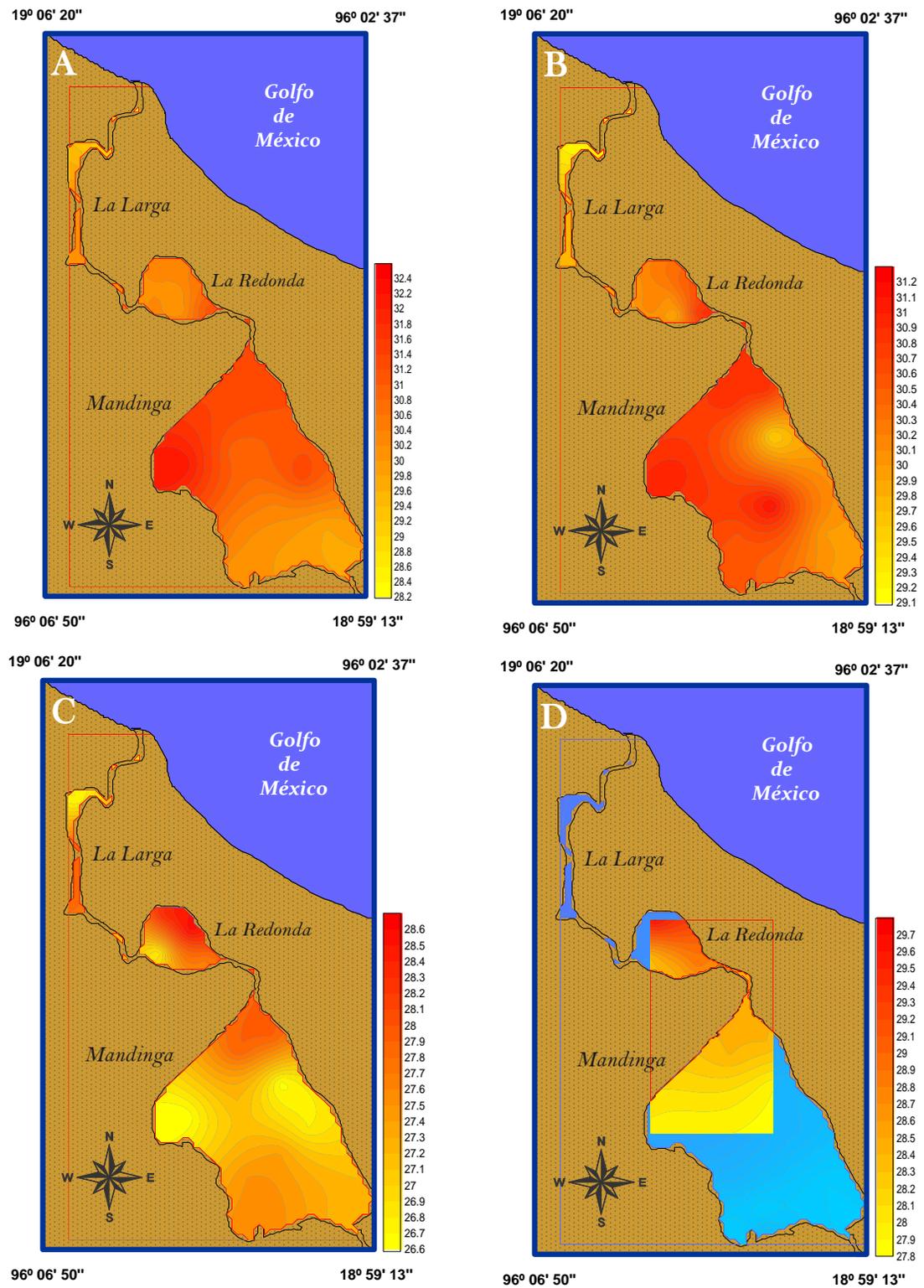


Fig. 6. Distribución de la temperatura (° C) superficial del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



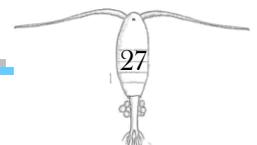
Oxígeno disuelto. En la temporada de secas 2008 la concentración promedio de oxígeno disuelto en el SLM fue de 9.02mg/L, la concentración mínima se localizo en el estero El Conchal con 6.93 mg/L y la máxima concentración al norte de la laguna de Mandinga con 9.9 mg/L (Fig. 7-A).

En la temporada de lluvias 2008, la concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 8.2 mg/L, la concentración mínima se localizó en la boca del sistema con 6.76 mg/L y la máxima al sur de la laguna La Redonda con 9.88 mg/L (Fig. 7-B).

En la temporada de secas 2009 la concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 8.5 mg/L, la mínima concentración se encontró al este de la laguna de Mandinga con 7.51 mg/L y la máxima de 9.36 mg/L al este de la laguna de La Redonda (Fig. 7-C).

En la temporada de secas 2010 la concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 9.21 mg/L, la mínima concentración se localizó al noreste de la laguna de Mandinga con 8.67 mg/L y la máxima al este de la laguna de La Redonda con 9.58 mg/L (Fig. 7-D).

La concentración promedio de oxígeno disuelto en el SLM durante las temporadas de 2008 al 2010 fue de 8.73 mg/L, siendo el valor máximo 9.9 mg/L en la temporada de secas 2008, y el mínimo 6.76 mg/L durante la temporada de lluvias 2008.



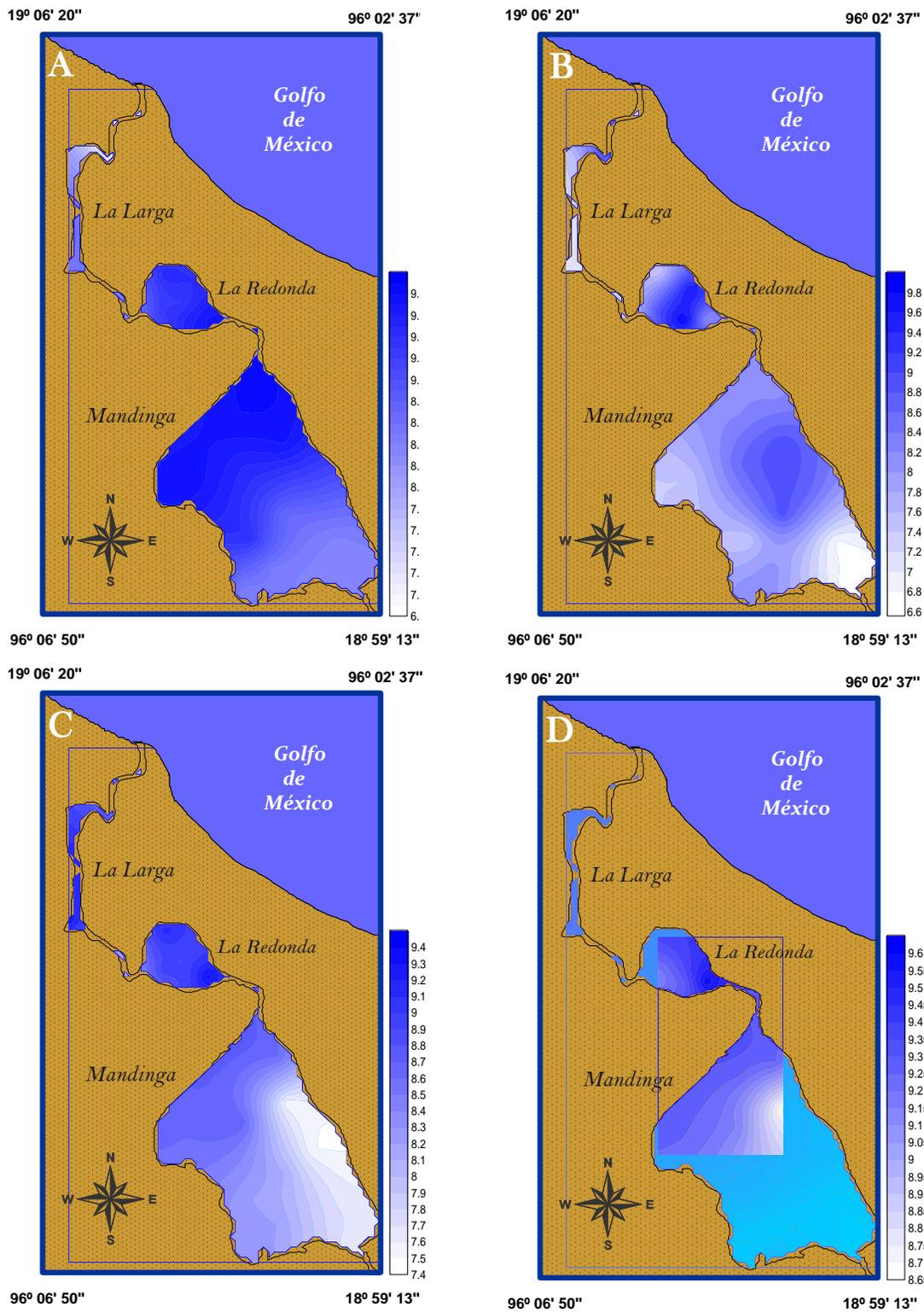


Fig. 7. Distribución de la concentración de oxígeno disuelto (mg/L) superficial del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



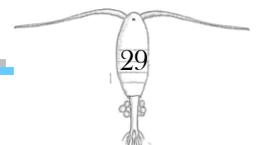
Salinidad. En la temporada de secas 2008 la salinidad promedio en el SLM fue de 31.79 ups, la concentración mínima se localizó al sur de la laguna de Mandinga con 29.5 ups y la máxima concentración en la boca del sistema con 33.8 ups (Fig. 8-A).

En la temporada de lluvias 2008, la salinidad promedio fue de 15.32 ups, la concentración mínima se localizó al suroeste de la laguna de Mandinga con 10.5 ups y la máxima al sur de la laguna La Larga con 23 ups (Fig. 8-B).

En la temporada de secas 2009 la salinidad promedio fue de 27.86 ups, la mínima concentración se localizó al oeste de la laguna de Mandinga con 13.9 ups y la máxima de 34.6 ups en la boca del sistema (Fig. 8-C).

En la temporada de secas 2010 la salinidad promedio fue de 25.68 ups, la mínima concentración se localizó al suroeste de la laguna de Mandinga con 24.9 ups y la máxima al noreste de la laguna de Mandinga con 26.3 ups (Fig. 8-D).

La concentración promedio de salinidad en el SLM durante las temporadas de 2008 al 2010 fue de 25.16 ups, siendo el valor máximo 33.8 ups en la temporada de secas 2008, y el mínimo 10.5 ups durante la temporada de lluvias 2008.



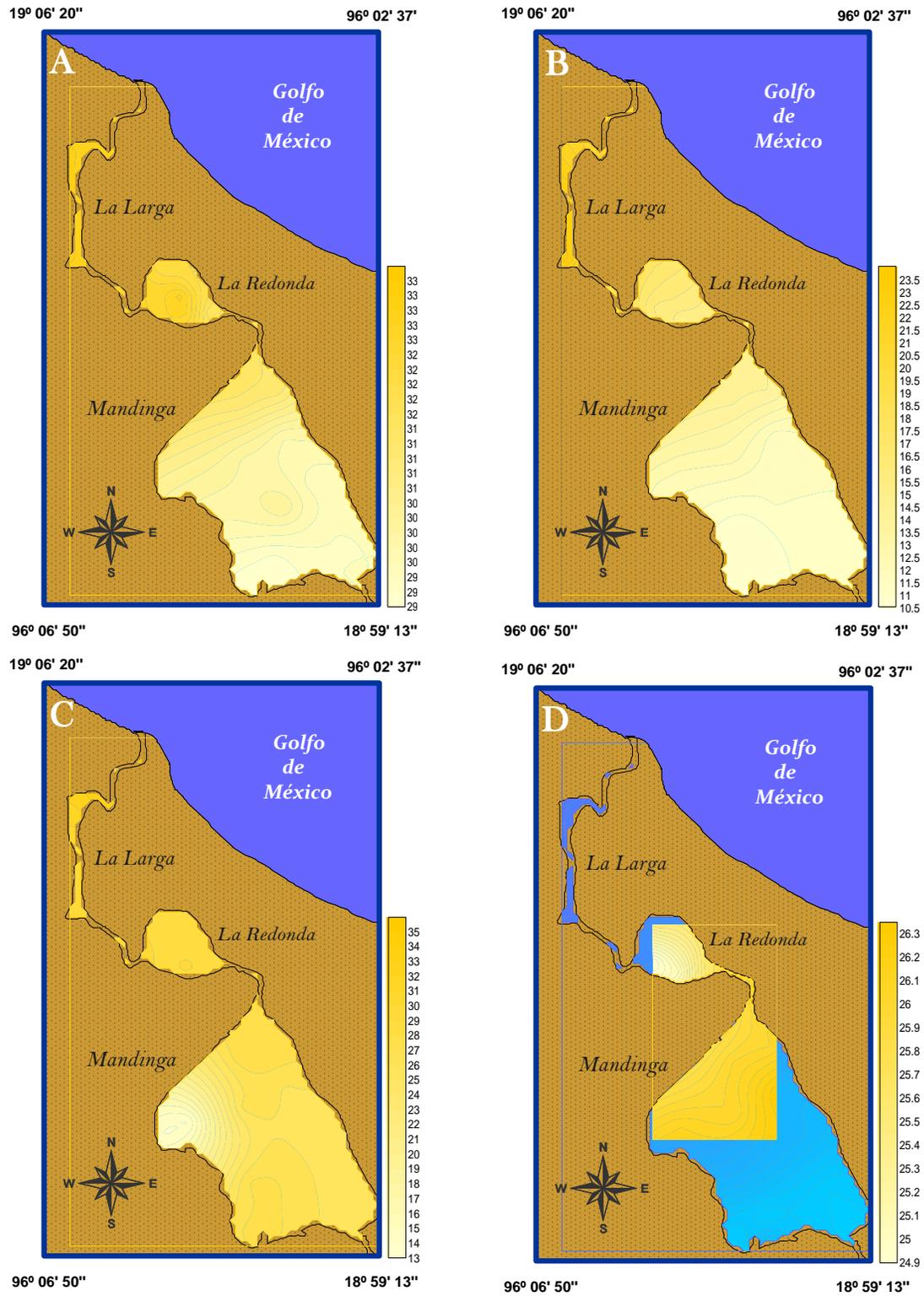
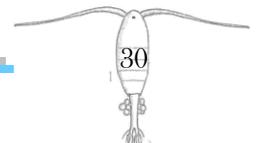


Fig. 8. Distribución de la salinidad (ups) superficial del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



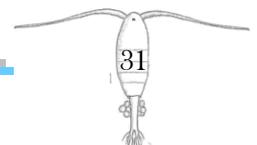


Color del agua. En la temporada de secas 2008 el color del agua tuvo un intervalo en la escala de Forel-Ule de XII-XVII localizándose el número más bajo en la boca del sistema y el estero El Conchal y el número más alto al centro de la laguna La Redonda (Fig. 9-A).

En la temporada de lluvias 2008, el color del agua tuvo un intervalo en la escala de XIV-XVIII localizándose el número más bajo al suroeste de la laguna La Redonda y el número más alto al noreste de la misma laguna (Fig. 9-B).

En la temporada de secas 2009, el color del agua tuvo un intervalo de XII-XVII localizándose el número más bajo al norte de la laguna La Larga y el número más alto al noroeste y suroeste de la laguna La Redonda (Fig. 9-C).

En la temporada de secas 2010, el color del agua tuvo un intervalo de XII-XV localizándose el número más bajo al noreste de la laguna de Mandinga y el número más alto al noroeste y suroeste de la laguna La Redonda (Fig. 9-D).



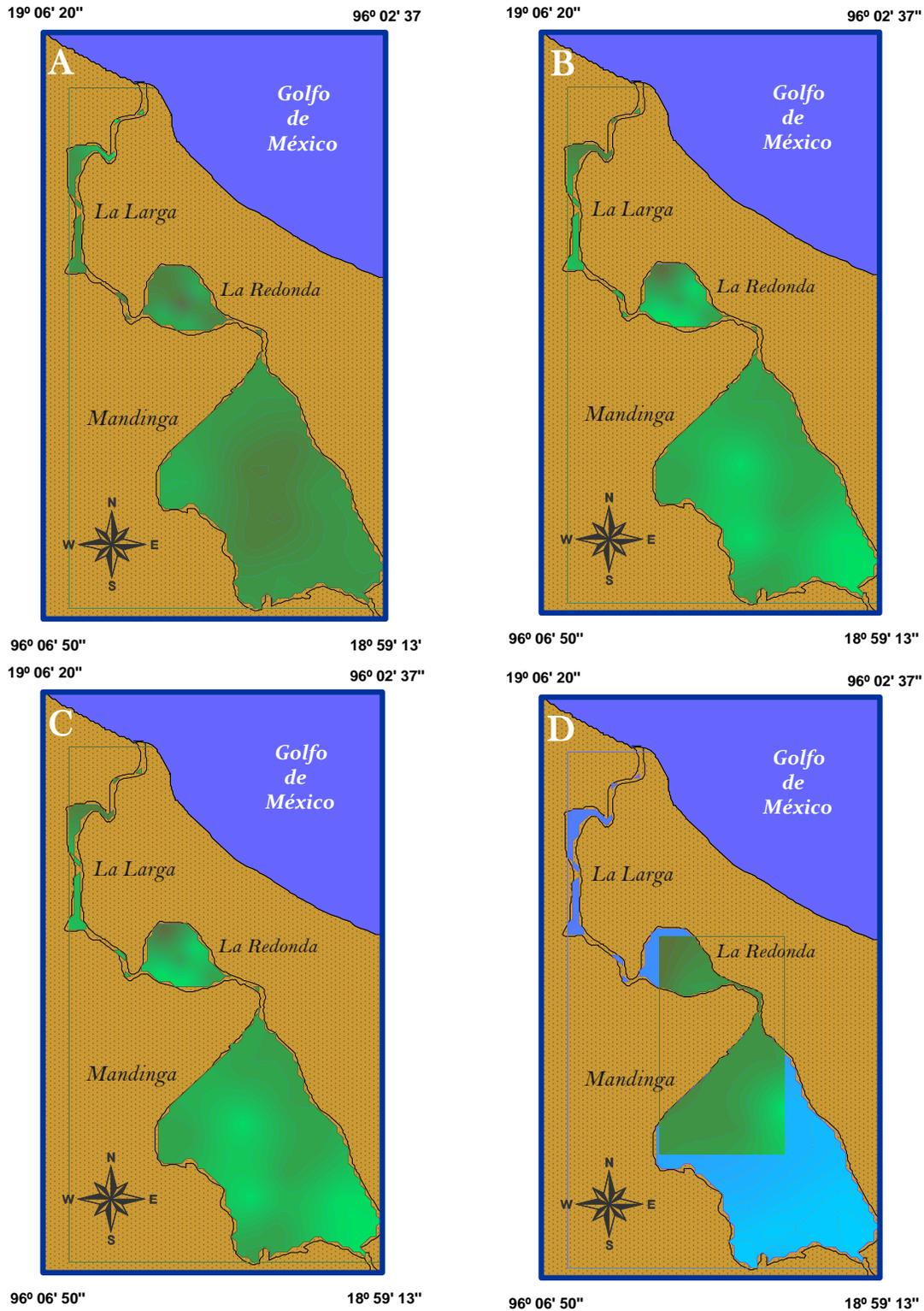


Fig. 9. Distribución del color del agua (números de la escala Forel) superficial del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



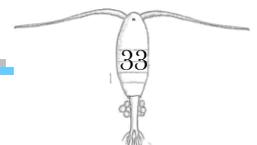
Transparencia. En la temporada de secas 2008 la transparencia promedio fue de 63.36 cm, la menor transparencia se localizó al noroeste de la laguna La Redonda con 33.6 cm y la máxima transparencia al sur de la laguna La Larga con 110 cm (Fig. 10-A).

En la temporada de lluvias 2008, la transparencia promedio fue de 70.85 cm, la transparencia mínima se localizó al este de la laguna La Redonda con 45 cm y la máxima al norte de la laguna La Larga con 93 cm (Fig. 10-B).

En la temporada de secas 2009 la transparencia promedio fue de 89.5 cm, la mínima transparencia se localizó al suroeste de la laguna de Mandinga con 57 cm y la máxima de 160 cm en la boca del sistema (Fig. 10-C).

En la temporada de secas 2010 la transparencia promedio fue de 92.56 cm, la mínima transparencia se localizó al noroeste de la laguna de La Redonda con 56 cm y la máxima al centro de la laguna de Mandinga con 121 cm (Fig. 10-D).

La transparencia promedio durante las temporadas de 2008 al 2010 fue de 79.07 cm, siendo el valor máximo 160 cm en la temporada de secas 2009, y el mínimo 33.6 cm durante la temporada de secas 2008.



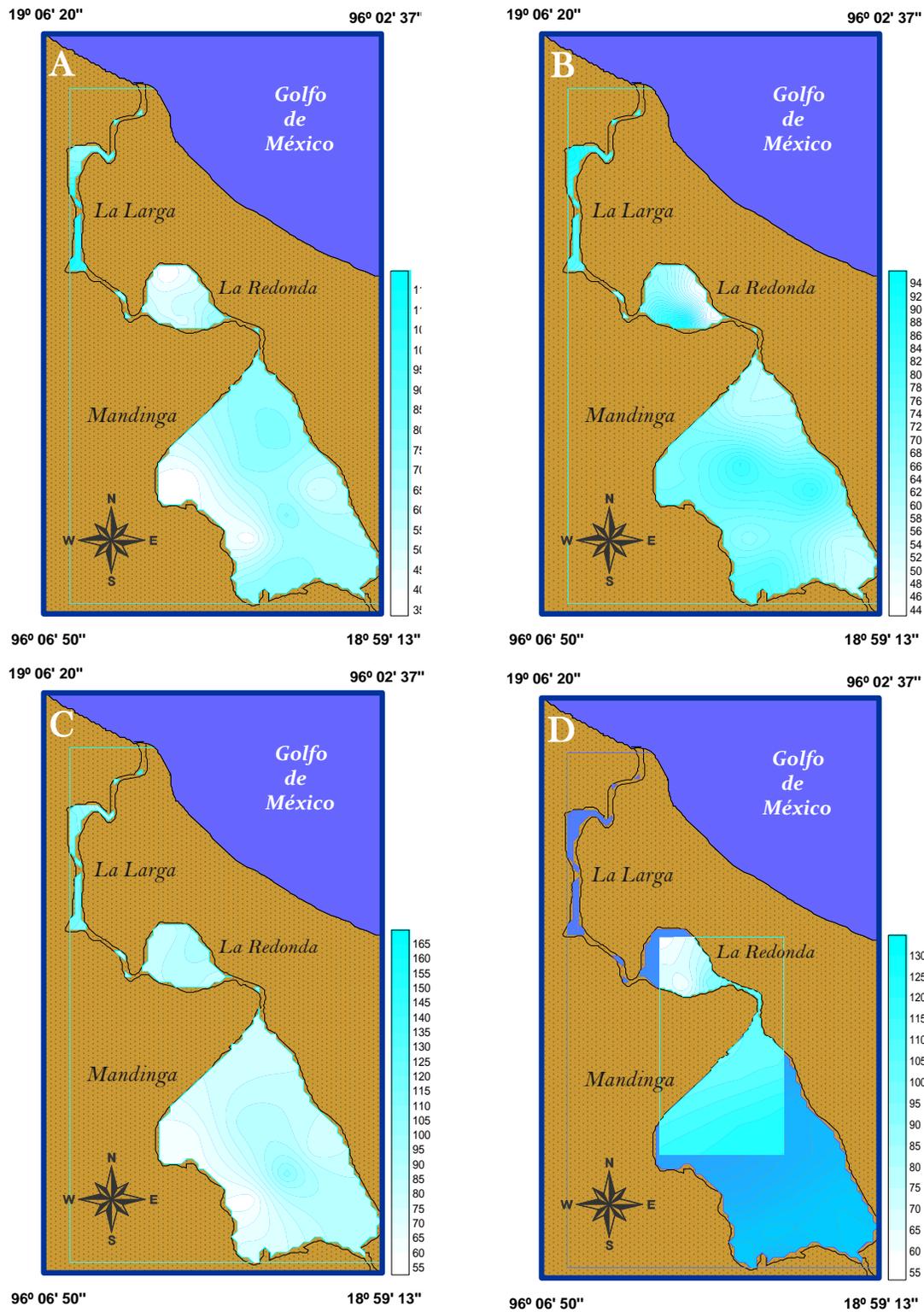


Fig. 10. Distribución de la transparencia (cm) del agua en el SLM: A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



Aspectos biológicos.

Listado taxonómico.

Reino Protista (Goldfuss, 1818)

Subreino Protozoa (Goldfuss, 1818)

Phyllum Sarcomastigophora (Goldfuss, 1818)

Subphyllum Sarcodina

Clase Granuloreticulosea (Saedeleer, 1934)

Subclase Rhizopoda

Orden Foraminiferida (Loeblich y Tappan, 1964)

Reino Animalia (Linnaeus, 1758)

Phyllum Ctenophora (Eschscholtz, 1829)

Phyllum Cnidaria (Luckart, 1854)

Phyllum Rotifera (Cuvier, 1798)

Phyllum Mollusca (Linnaeus, 1758)

Clase Bivalvia (Linnaeus, 1758)

Phyllum Annelida (Lamarck, 1854)

Clase Polychaeta (Grube, 1850)

Phyllum Arthropoda (Latreille, 1829)

Subphyllum Crustacea (Brünnich, 1772)

Clase Branchiopoda (Latreille, 1829)

Orden Diplostraca (Gerstaecker, 1866)

Suborden Cladocera (Latreille, 1829)

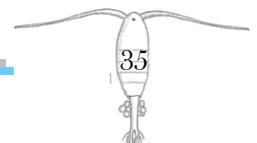
Clase Malacostraca (Latreille, 1802)

Subclase Eumalacostraca (Grobber, 1892)

Superorden Peracarida (Calman, 1904)

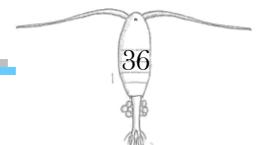
Orden Tanaidacea (Dana, 1849)

Orden Amphipoda (Latreille, 1816)





Orden Isopoda (Latreille, 1817)
Superorden Eucarida (Calman, 1904)
Orden Decapoda (Latreille, 1803)
Clase Ostracoda (Latreille, 1806)
Subclase Podocopa (Müller, 1894)
Clase Maxillopoda (Dahl, 1956)
Subclase Copepoda (Milne-Edwards, 1840)
Infraclase Neocopepoda (Huys y Boxshall, 1991)
Orden Calanoida (Sars, 1903)
Orden Cyclopoida (Burmeister, 1834)
Orden Harpacticoida (Sars, 1903)
Phyllum Chaetognatha (Luckart, 1854)
Phyllum Chordata (Bateson, 1885)
Subphyllum Urochordata
Clase Appendicularia
Subphyllum Vertebrata (Cuvier, 1812)
Clase Actinopterygii (Klein, 1885)





Grupos reportados y determinados en el SLM.

Cnidaria: *Stomolophus meleagris*, *Cordylophora caspia*, *Aurelia aurita*, *Obelia* sp y *Phyllorhiza punctata* (Rioja, 1959; Ocaña *et al.*, 2004; Vargas *et al.*, 2006; Pérez, 2012).

Ctenophora: *Mnemiopsis* sp, (Vargas *et al.*, 2006).

Mollusca: *Crassostrea virginica* y *Brachidontes recurvus* (Amador *et al.*, 1991).



Larva Veliger: *Crassostrea virginica* (Álvarez-Silva y Luna, 1992).

Larvas de crustáceos:



Zoea: *Macrobrachium* sp. y de Brachiura (Álvarez-Silva y Luna, 1992).



Nauplio: Cirripedia (Álvarez-Silva y Luna, 1992).



Postlarvas: *Penaeus aztecus*, *P. setiferus*, *Macrobrachium acanthurus*,
Palaemonetes pugio y *Alpheus heterochaelis* (Camarena, 1982).



Mysis: *Mysidopsis* sp.

Daphnia: *Leptadora*, *Podon*, *Bosminia* y *Daphnia* (Contreras, 1993).

Copépodos: Se han reportado alrededor de 7 especies de copépodos en el Sistema Laguna de Mandinga (Álvarez-Silva y Luna, 1992; Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre, 2000):



Orden Calanoida: *Acartia tonsa*, *A. lilljeborgii*, *Pseudodiaptomus pelagicus*,
Temora turbineta y *Labidocera scoti*



Orden Cyclopoida: *Eucyclops agilis*



Orden Poecilostomatoida: *Corycaeus lautus*.

Chaetognatha: *Sagitta hispida* (Álvarez-Silva y Luna, 1992)

Ictioplancton: Engraulidae (*Anchoa mitchilli* y *A. hepsetus*), Bleenniidae (*Hipsoblennius* sp.), Gerreidae (*Diapterus auratus*), Gobiidae (*Gobionellus boleosoma* y *Gobiosoma boschi*), Syngnathidae (*Syngnathus scovelli*), Sciaenidae (*Bairdiella chrysura*), Atherinidae, Mugilidae (*Mugil curema*), Clupeidae (*Brevoortia* sp.), Eleotridae (*Dormitator maculatus*), Carangidae



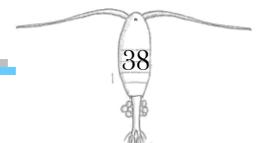
(*Oligopletis saurus*), Achiridae (*Achirus* sp.), Bothidae (*Citharichthys* sp.) y Hemiramphidae (Cruz y Rocha, 1981; Rocha y Cruz, 1981; Rodríguez *et al.*, 1992; Vargas *et al.*, 2006).

Listado de los grupos del zooplancton del SLM.

Se identificaron un total de 24 grupos correspondientes al zooplancton en el SLM durante todas las temporadas de muestreo (Tabla 1). En la temporada de secas 2008 se determinaron 16 grupos, 14 grupos en lluvias 2008, 18 grupos en secas 2009 y en secas 2010 se determinaron igualmente 18 grupos.

Tabla 1. Listado de los grupos del zooplancton del SLM con el peso por individuo y su presencia durante las temporadas de estudio.

Phylla/Clase/Orden/Grupo	Peso por individuo (g)	2008 secas	2008 lluvias	2009 secas	2010 secas
Cnidaria	0.0005000	X	-	-	-
Ctenophora	0.0448000	X	-	-	-
Foraminifera	0.0000667	-	-	X	X
Rotifera	--	-	-	X	-
Annelida. Polychaeta	0.0020000	-	X	X	X
Mollusca. Bivalvia	0.0002000	-	-	-	X
Copepoda. Calanoida	0.0001340	X	X	X	X
Copepoda. Cyclopoida	0.0001059	X	X	X	X
Copepoda. Harpacticoida	0.0001333	X	X	X	X
Ostracoda. Podocopa	0.0001400	X	X	X	X
Branchiopoda. Cladocera	--	X	X	X	X
Malacostraca. Amphipoda	0.0020000	-	X	X	X
Malacostraca. Isopoda	0.0040000	-	-	X	X
Malacostraca. Tanaidacea	0.0020000	X	-	X	-
Larvas nauplios	0.0000042	X	X	X	X
Larvas cypris	0.0001662	X	X	X	X
Larvas zoeas	0.0001902	X	X	X	X
Larvas megalopas	0.0020000	X	-	-	X
Larvas mysis	0.0002080	X	X	X	X
Larva trocófora	0.0000133	-	-	X	-
Chaetognatha	0.0004360	X	X	X	X
Larvas de pez	0.0064286	X	X	-	X
Huevos de pez	0.0002240	X	X	X	-
Appendicularia	---	-	-	-	X



Distribución de la abundancia y biomasa de los grupos del zooplancton.

Foraminifera. En las temporadas de secas y lluvias 2008 no se registró la presencia del grupo Foraminifera. Durante la temporada de secas 2009 sólo se localizó al suroeste de la laguna de Mandinga, con una densidad de 0.4584 ind/100 L (Fig. 11-A) y una biomasa de 0.00003 g/100 L.

En la temporada de secas de 2010 los foraminíferos se encontraron distribuidos únicamente al centro de la laguna de Mandinga con una densidad de 0.00245 ind/100 L (Fig.11-B) y una biomasa de 0.0000002 g/100 L. La densidad más alta en el SLM del grupo Foraminifera se presentó en la temporada de secas 2009.

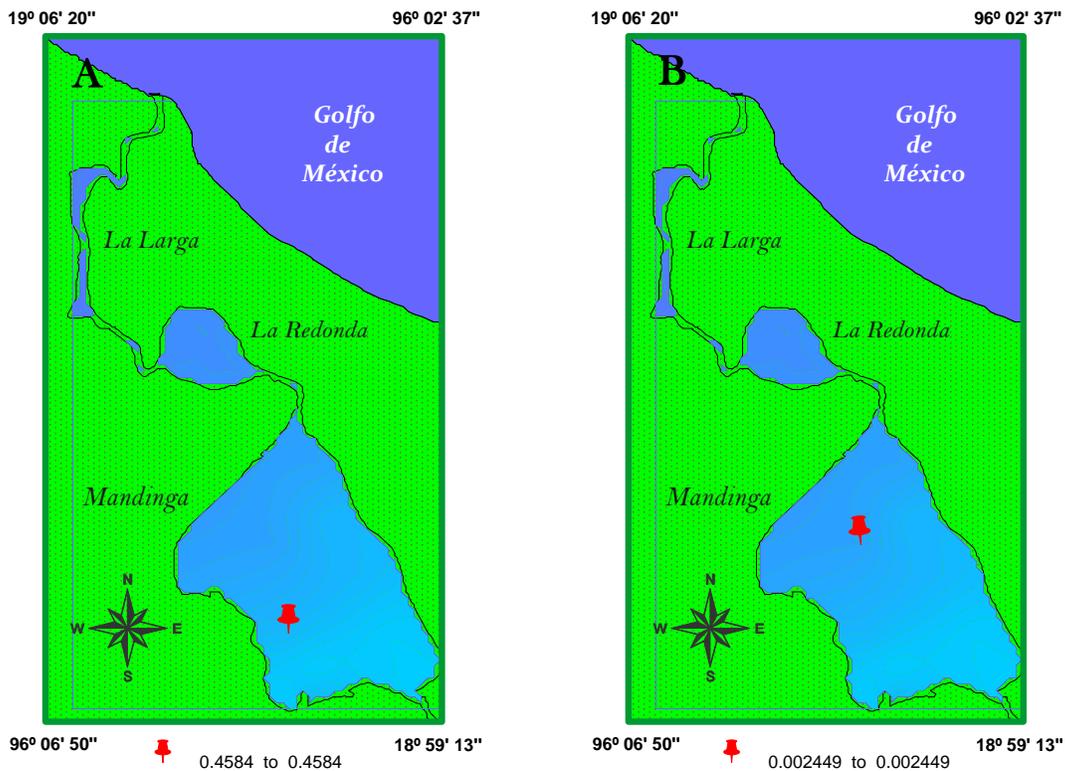


Fig. 11. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Foraminifera en el SLM:
A. Secas 2009 B. Secas 2010.

Cnidaria. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (1.5 ind/100 L) y biomasa (0.00075 g/100 L) del grupo Cnidaria se localizó al sur de la laguna La Redonda. También se presentó, aunque con menor densidad al sureste de la laguna de Mandinga, registrándose su ausencia en el resto del sistema lagunar (Fig. 12). En las temporadas de lluvias 2008 y secas 2009 y 2010 no se registró el grupo Cnidaria en el SLM.

Ctenophora. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (0.0069 ind/100 L) y biomasa (0.0003 g/100 L) del grupo Ctenophora se presentó al sureste de la laguna de Mandinga, registrándose su ausencia en el resto del sistema lagunar (Fig. 13). En las temporadas de lluvias del 2008 y secas del 2009 y 2010 no se registró el grupo Ctenophora en el SLM.



Fig. 12. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Cnidaria en el SLM, secas 2008.

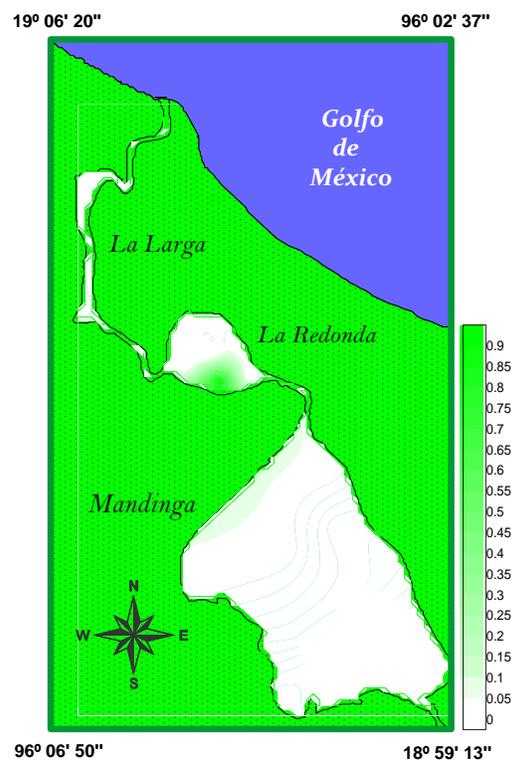


Fig. 13. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Ctenophora en el SLM, secas 2008.

Rotifera. Este grupo sólo se registró (0.5432 ind/100 L) en la temporada de secas del 2009 en la boca del SLM (Fig. 14).

Bivalvia. La clase Bivalvia sólo se registró al centro de la laguna de Mandinga en la temporada de secas del 2010, con una densidad de 0.0015 ind/100 L y una biomasa de 0.0000003 g/100 L (Fig. 15).

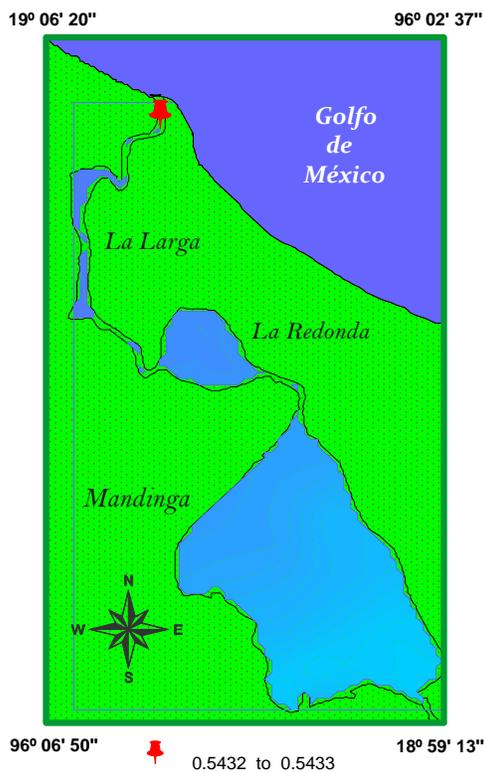


Fig. 14. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Rotifera en el SLM, secas 2009.

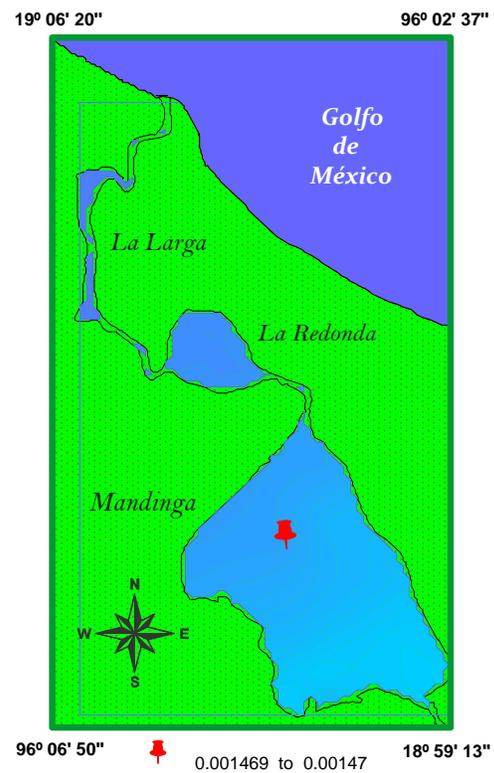


Fig. 15. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Bivalvia en el SLM, secas 2010.

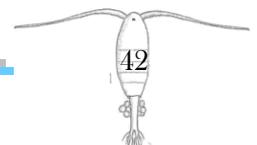


Polychaeta. En la temporada de secas 2008 la clase *Polychaeta* no se registró. En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (4 ind/100 L) y biomasa (0.0080 g/100 L) de poliquetos se estimó al suroeste de la laguna La Redonda, registrándose su ausencia en varias zonas del sistema (Fig. 16-A).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (5.1609 ind/100 L) y biomasa (0.0103 g/100 L) de este grupo se registró en la boca del sistema; también se registraron densidades menores en el estero Horcones, al este, suroeste y oeste de la laguna de Mandinga, mientras que fue ausente en el resto del sistema (Fig. 16-B).

En la temporada de secas 2010, los poliquetos se encuentra mayormente distribuido al centro de la laguna de Mandinga (0.0053 ind/100 L y 0.0001 g/100 L), también presentándose al este y sur de la misma laguna (Fig. 16-C).

La abundancia más alta (5.1609 ind/100 L y 0.0103 g/100 L) en el SLM de *Polychaeta* se presentó en la temporada de secas 2009 en la boca del sistema.



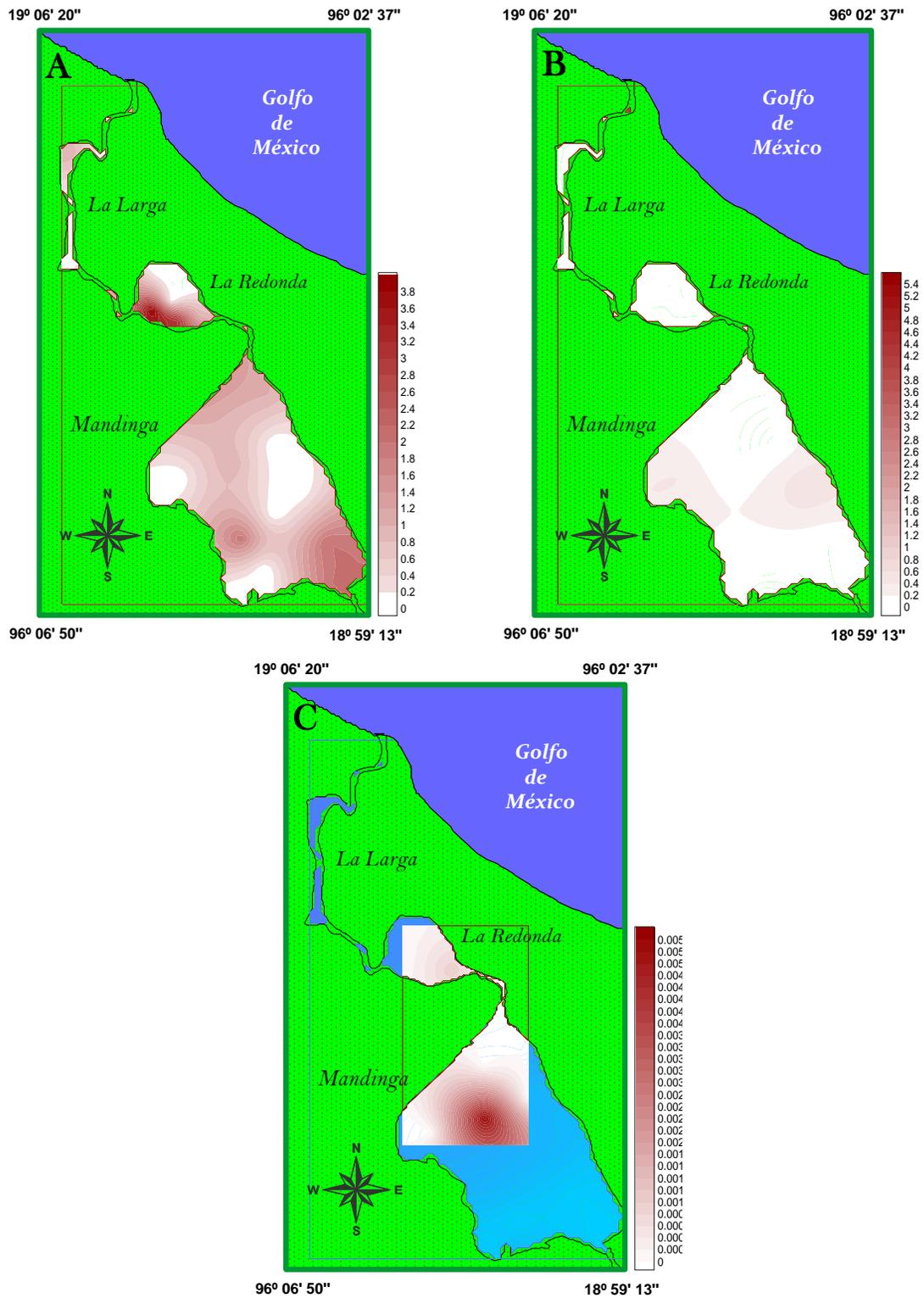


Fig. 16. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Polychaeta en el SLM:

A. Lluvias 2008 B. Secas 2009 C. Secas 2010.



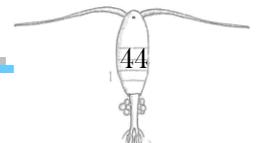
Cladocera. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) del suborden Cladocera se presentó al centro y suroeste de la laguna de La Redonda. Se registró su ausencia en el resto del sistema lagunar (Fig. 17-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (3 ind/100 L) se estimó al norte de la laguna La Redonda, registrándose también, aunque con menor densidad, en la boca del sistema, en el estero El Conchal y al norte de la laguna La Larga (Fig. 17-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (16.2975 ind/100 L) de este grupo se registró en el estero Horcones. También, se presentó con menores densidades al norte de la laguna La Larga, al norte, este y suroeste de la laguna La Redonda y al norte, este y sureste de la laguna de Mandinga (Fig. 17-C).

En la temporada de secas 2010 la densidad más alta (0.01116 ind/100 L) de cladóceros se registró al sureste de la laguna La Redonda (Fig. 17-D).

La densidad más alta (16.2975 ind/100 L) en todo el SLM de Cladocera se presentó en la temporada de secas del 2009 en el estero Horcones.



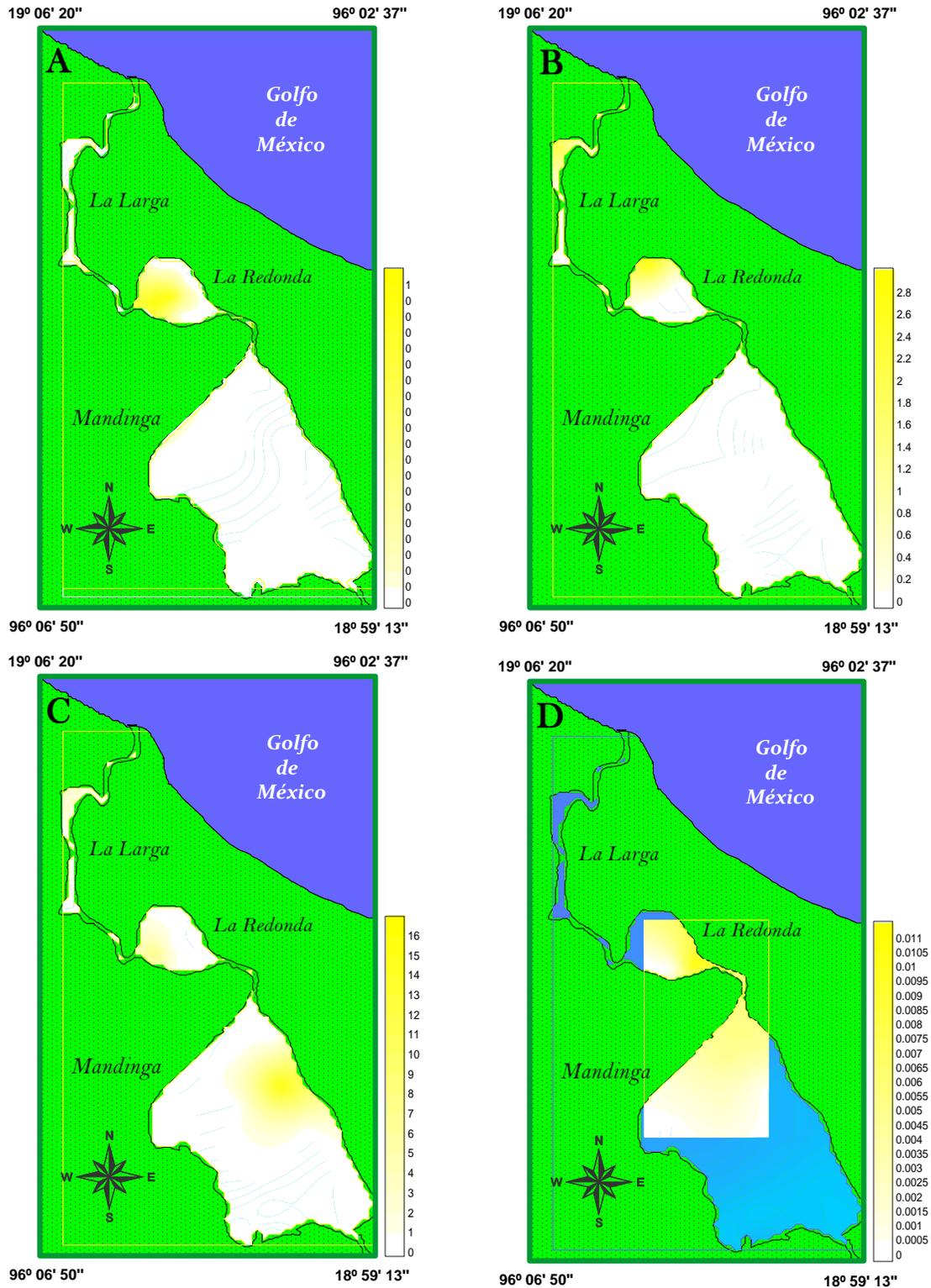


Fig. 17. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Cladocera en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.

Tanaidacea. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (3.5 ind/100 L) y biomasa (0.007 g/100 L) del orden Tanaidacea se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga. Se registró también en la boca del sistema y al noreste de la laguna La Redonda (Fig. 18-A).

En la temporada de lluvias 2008 no se registró este grupo. Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (0.7639 ind/100 L) y biomasa (0.0015 g/100 L) se registró al norte de la laguna La Larga. Este grupo también se registró al norte de la laguna de Mandinga (Fig. 18-B).

En la temporada de secas 2010 el orden Tanaidacea fue ausente en la zona de muestreo. La densidad (3.5 ind/100 L) y biomasa más alta (0.007 g/100 L) de Tanaidacea en todo el SLM se presentó en la temporada de secas 2008 al suroeste de la laguna de Mandinga.

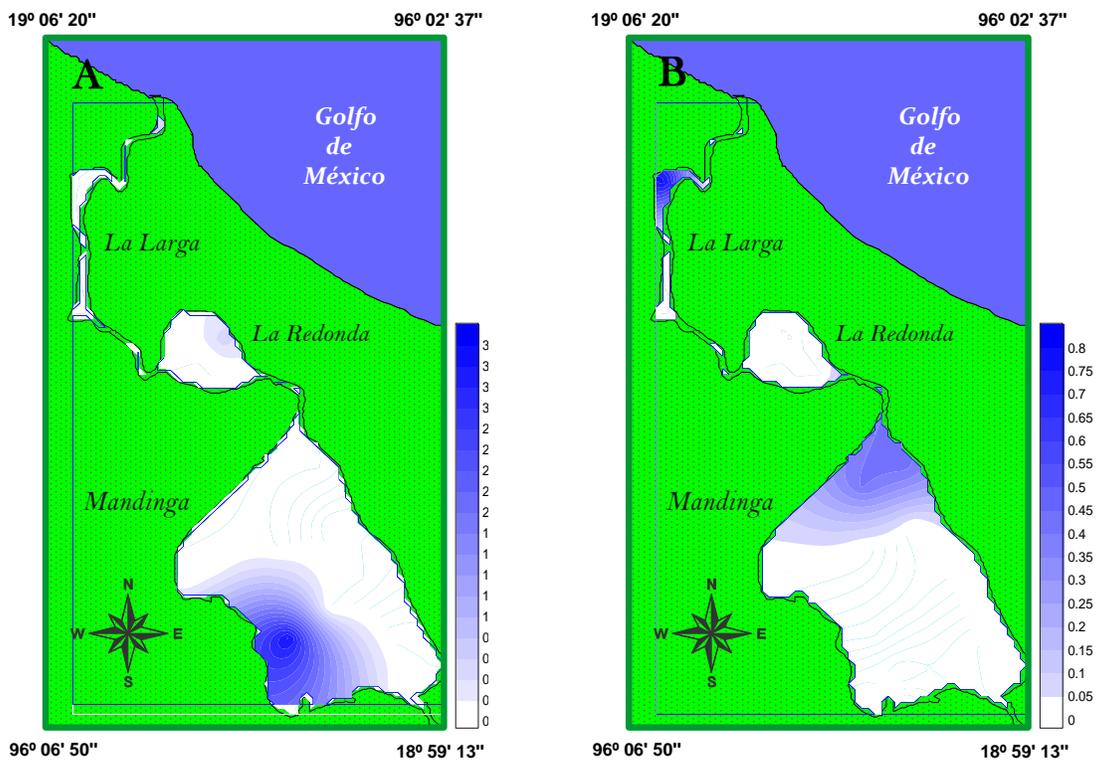


Fig. 18. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Tanaidacea en el SLM:
A. Secas 2008 B. Secas 2010.

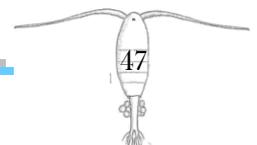


Amphipoda. En la temporada de secas 2008 no se registró la presencia del orden Amphipoda. En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (12 ind/100 L) y biomasa (0.024 g/100 L) se estimó al noroeste de la laguna La Redonda, registrándose también al centro y suroestes de la laguna de Mandinga (Fig. 19-A).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (4.0744 ind/100 L) y biomasa (0.0081 g/100 L) de este orden se registró al suroeste de la laguna de Mandinga. También se registró, con menores densidades, en la boca del sistema, al norte de la laguna La Larga, al centro y este de la laguna La Redonda, y al norte, centro, sureste, sur y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 19-B).

En la temporada de secas 2010 el orden Amphipoda se encuentra mayormente distribuido (0.00482 ind/100 L de densidad y 0.000010 g/100 L de biomasa) al norte de la laguna de Mandinga, y fue ausente en el sur de la laguna La Redonda y el centro de la laguna de Mandinga (Fig. 19-C).

La densidad (12 ind/100 L) y biomasa más alta (0.024 g/100 L) en todo el SLM del orden Amphipoda se presentó en la temporada de lluvias 2008 al norte de la laguna La Redonda.



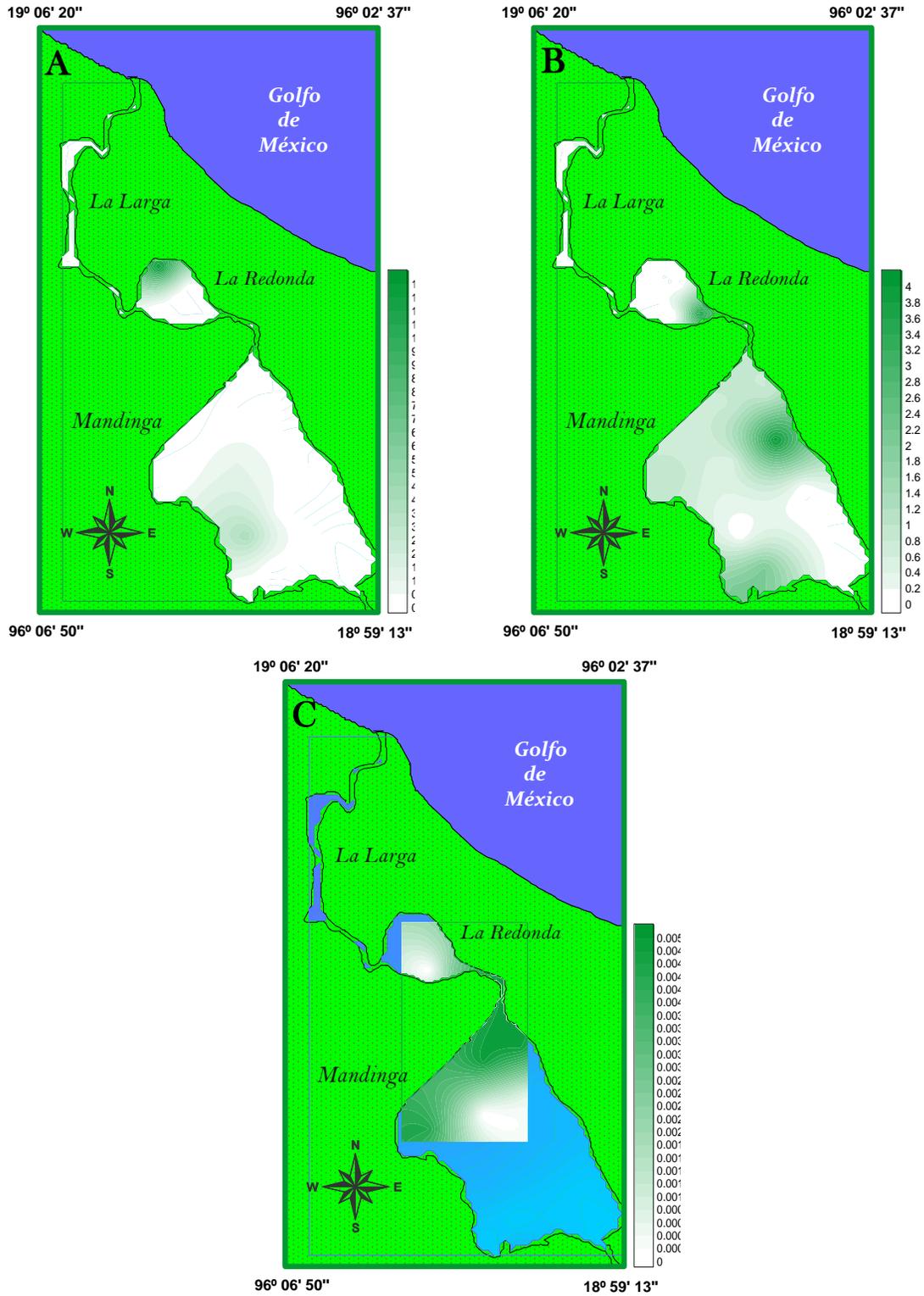


Fig. 19. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Amphipoda en el SLM:

A. Lluvias 2008 B. Secas 2009 C. Secas 2010.

Isopoda. En las temporadas de secas y lluvias 2008 no se registró el orden Isopoda en el SLM. Durante la temporada de secas del 2009 la mayor densidad (2.0312 ind/100 L) y biomasa (0.0081 g/100 L) se registró en el estero El Conchal. También se registró, aunque con menor densidad, al norte de la laguna La Larga y al norte de la laguna de Mandinga (Fig. 20-A).

En la temporada de secas 2010, Isopoda se encuentra mayormente distribuido al este de la laguna de Mandinga (con 0.0077 ind/100 L de densidad y 0.00003 g/100 L de biomasa), también presentándose al norte de la laguna La Redonda (Fig. 20-B).

La densidad (2.0372 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0081 g/100 L) en todo el SLM del orden Isopoda se presentó en la temporada de secas del 2009 en el estero El Conchal.

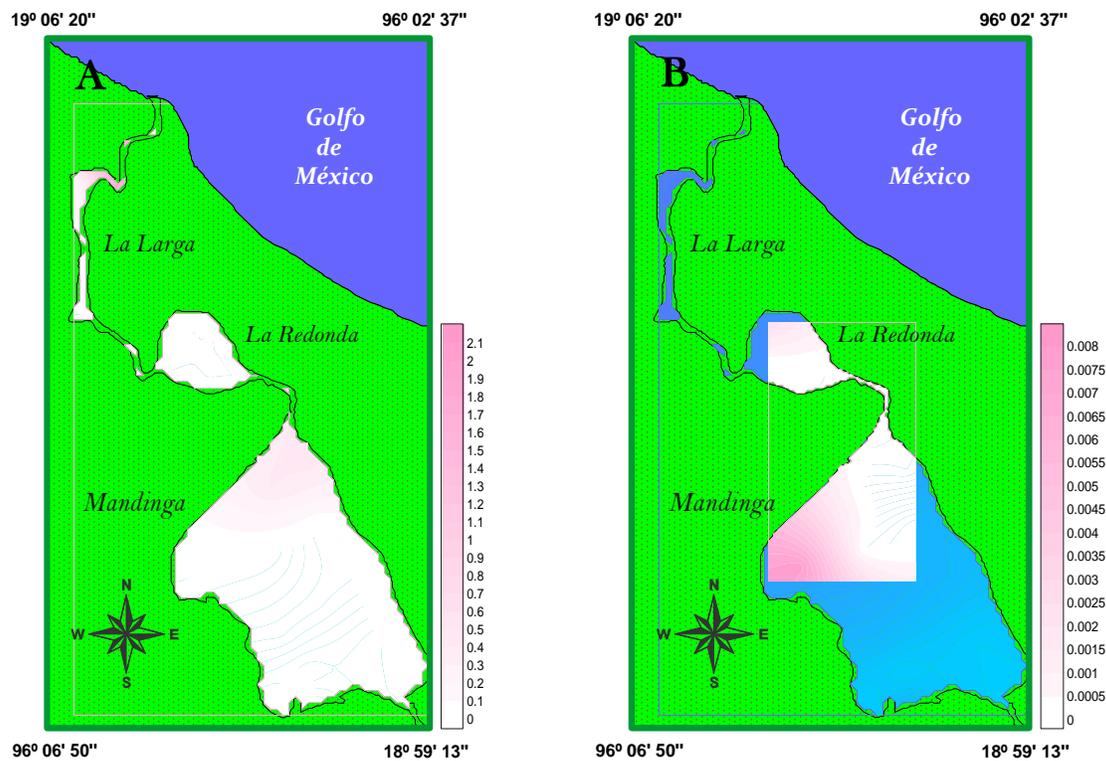


Fig. 20. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Isopoda en el SLM:
A. Secas 2009 B. Secas 2010.



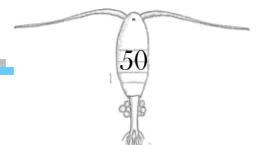
Ostracoda. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (2 ind/100 L) y biomasa (0.0003 g/100 L) de la clase Ostracoda se presentó al este de la laguna de La Redonda, siendo este el único punto de muestreo donde se localizó (Fig. 21-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (0.0068 ind/100 L) y biomasa (0.000001 g/100 L) se estimó en el estero El Conchal, registrándose su ausencia en el resto del sistema lagunar (Fig. 21-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (51.9482 ind/100 L) y biomasa (0.0073 g/100 L) se registró al este de la laguna La Redonda. También se presentó, aunque con menor densidad y biomasa en la boca del sistema, al noreste de la laguna La Redonda, al noreste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 21-C).

En la temporada de secas 2010, sólo se presentó al centro de la laguna de Mandinga con una densidad de 0.0004 ind/100 L y una biomasa de 0.0000001g/100 L (Fig. 21-D).

La densidad (51.9482 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0073 g/100 L) en todo el SLM del Ostracoda se presentó en la temporada de secas 2010 al este de la laguna La Redonda.



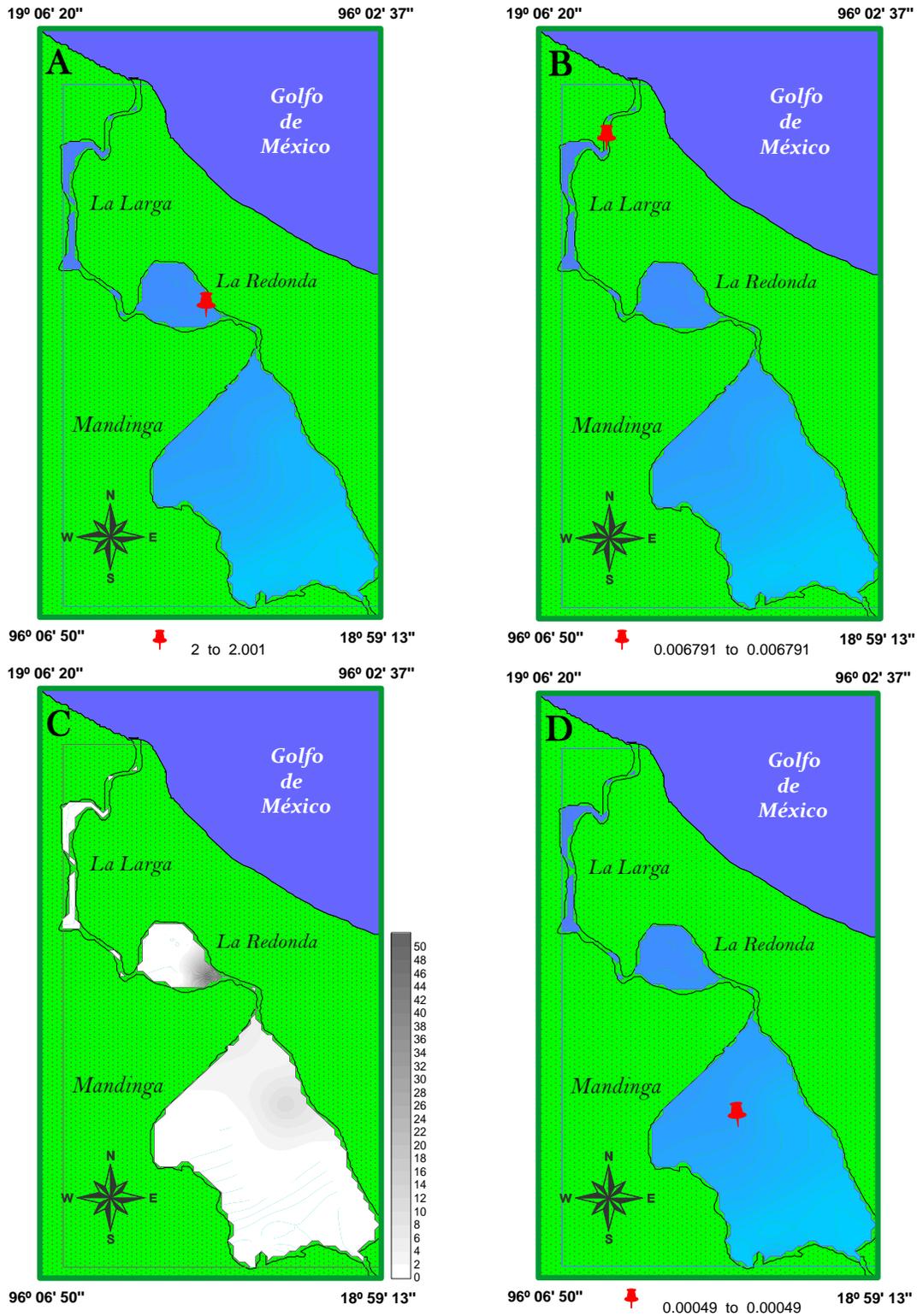


Fig. 21. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Ostracoda en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



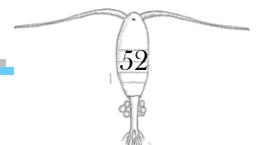
Calanoida. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (67 ind/100 L) y biomasa (0.009 g/100 L) del orden Calanoida se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga. Se registró su ausencia al este de la laguna de Mandinga y en la laguna La Redonda, excepto al sur de esta (Fig. 22-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (28 ind/100 L) y biomasa (0.0038 g/100 L) se estimó en la boca del sistema, registrándose su ausencia en el norte de la laguna de Mandinga, al suroeste de la laguna La Redonda y al norte de la laguna La Larga (Fig. 22-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (150.7516 ind/100 L) y biomasa (0.02 g/100 L) de este orden se registró en el estero El Conchal, mientras que su menor densidad (0.2027 ind/100 L) y biomasa (0.00003 g/100 L) se presentó al noreste de la laguna La Redonda (Fig. 22-C).

En la temporada de secas 2010 la mayor densidad (0.62347 ind/100 L) y biomasa (0.000002 g/100 L) se localizó al suroeste de la laguna La Redonda, y su menor densidad (0.01608 ind/100 L) y biomasa (0.0000004 g/100 L) en el norte de la laguna de Mandinga (Fig. 22-D).

La mayor densidad (150.7516 ind/100 L) y biomasa (0.02 g/100 L) en todo el SLM del orden Calanoida se presentó en la temporada de secas 2009 en el estero El Conchal, y su ausencia en algunas zonas del sistema se registró en las temporadas de secas y lluvias 2008.



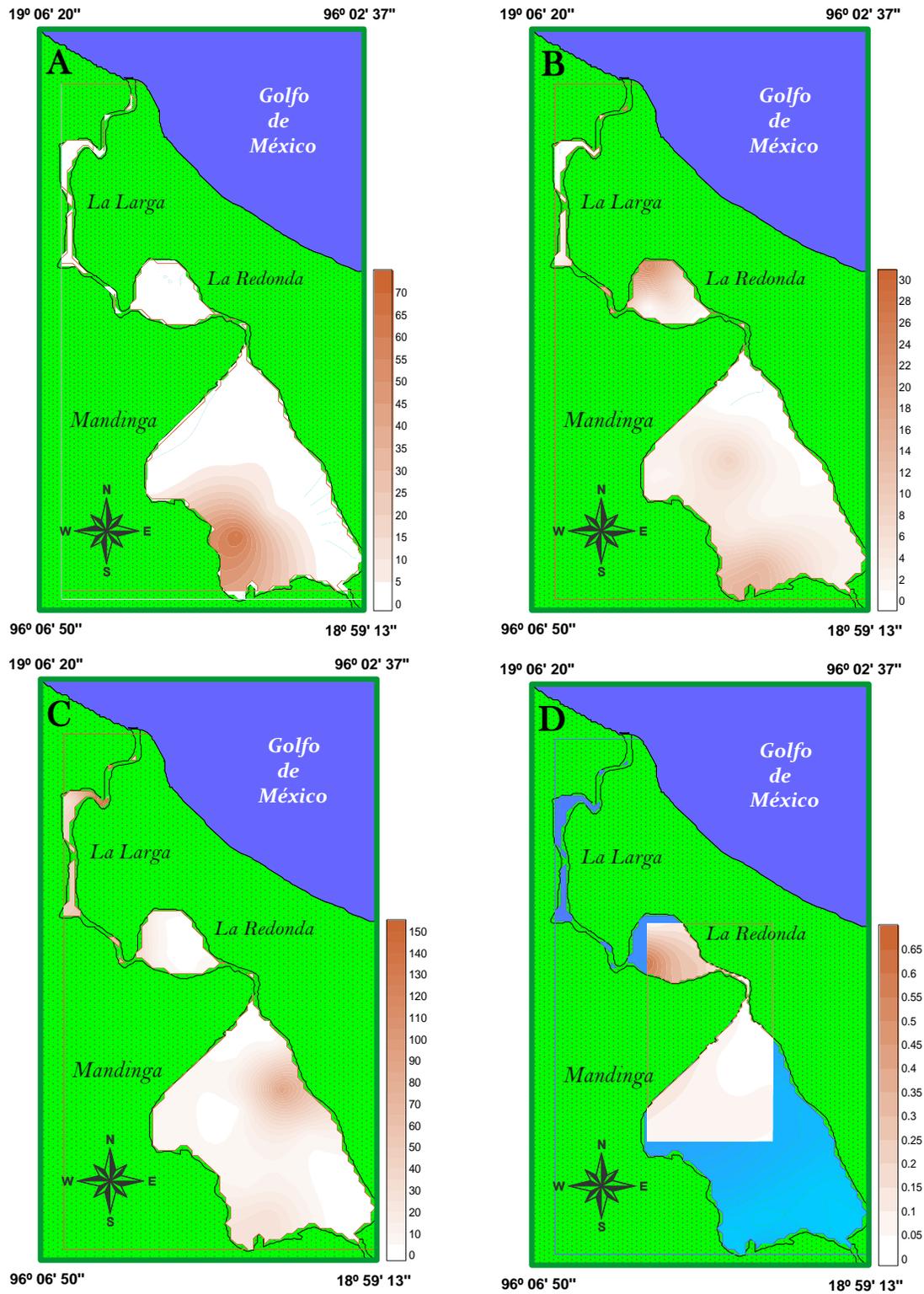


Fig. 22. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Calanoida en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



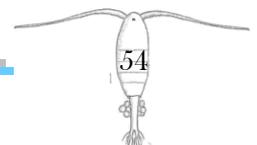
Cyclopoida. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (13.5 ind/100 L) y biomasa (0.0014 g/100 L) del orden Cyclopoida se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga. Se registró su ausencia al sur de la laguna La Larga, en la laguna La Redonda, excepto al sur de esta y al noreste, sureste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 23-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (16 ind/100 L) y biomasa (0.0017 g/100 L) se estimó al centro de la laguna La Redonda, registrándose su ausencia en el estero El Conchal, el norte de la laguna La Larga, el estero Horcones, al noreste, sur y suroeste de la laguna La Redonda y al norte, centro, este, sureste y suroeste de la laguna de Mandinga (Fig. 23-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (22.9184 ind/100 L) y biomasa (0.0024 g/100 L) se registró al norte de la laguna La Larga, mientras que su ausencia se presentó en el estero el Conchal y en el centro, noreste, este y sureste de la laguna de Mandinga (Fig. 23-C).

En la temporada de secas 2010 el orden Cyclopoida se encuentra mayormente distribuido al suroeste de la laguna La Redonda (con una densidad 0.01753 ind/100 L y una biomasa de 0.000002 g/100 L), y fue ausente en el sur de la misma laguna (Fig. 23-D).

La densidad (22.9184 ind/100 L) y biomasa más alta (0.0024 g/100 L) en todo el SLM del orden Cyclopoida se presentó en la temporada de secas 2009 en el estero El Conchal, y su ausencia en algunas zonas del sistema se registró en todas las temporadas de estudio.



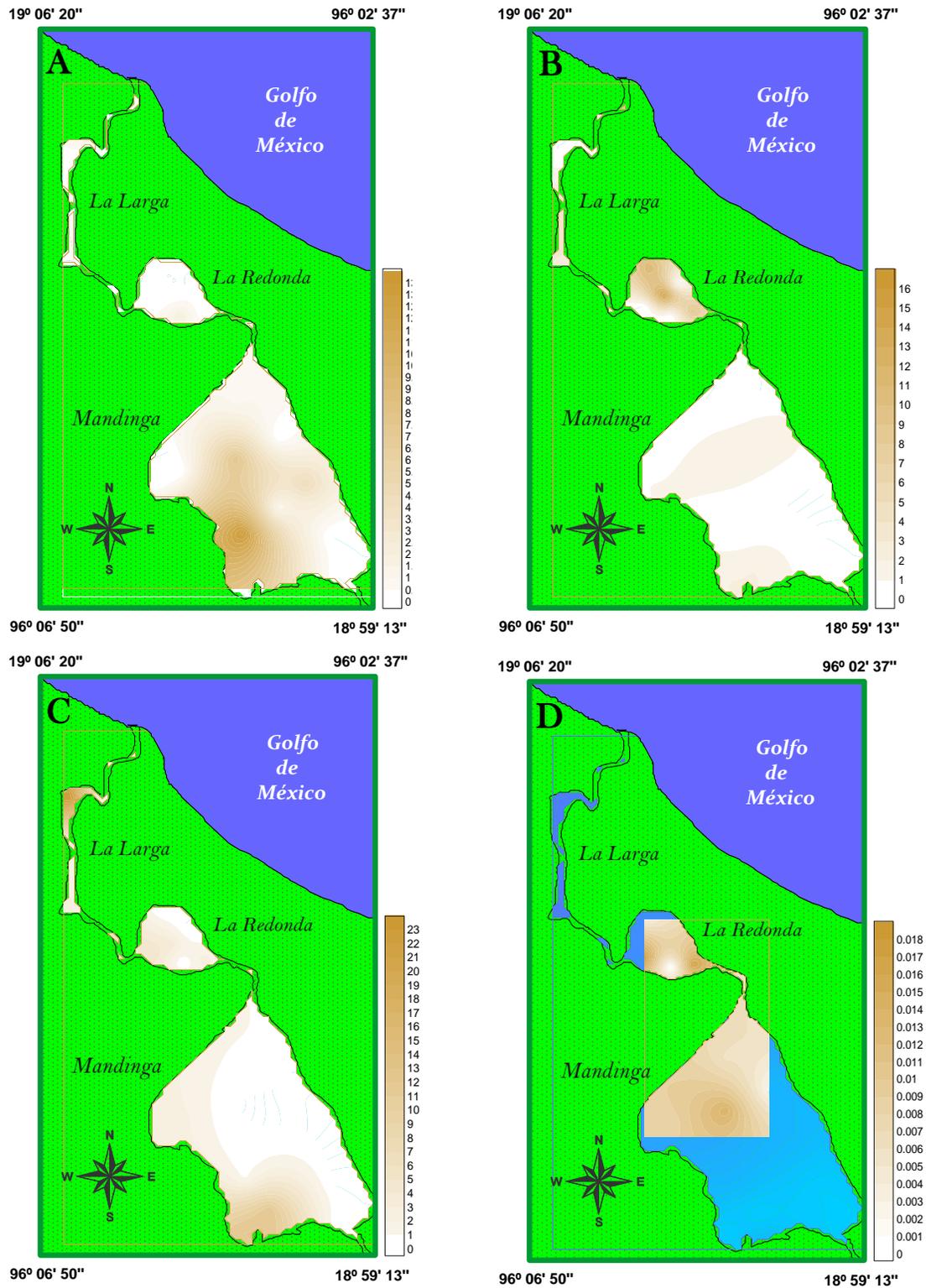
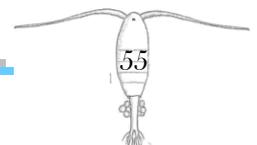


Fig. 23. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de Cyclopoida en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.





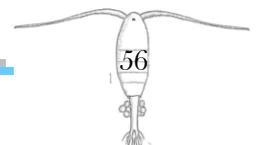
Harpacticoida. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (8 ind/100 L) y biomasa (0.0011 g/100 L) del orden Harpacticoida se presentó en el centro de la laguna de Mandinga. Sólo se registró su presencia en la boca del sistema y al noreste, suroeste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 24-A).

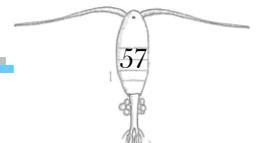
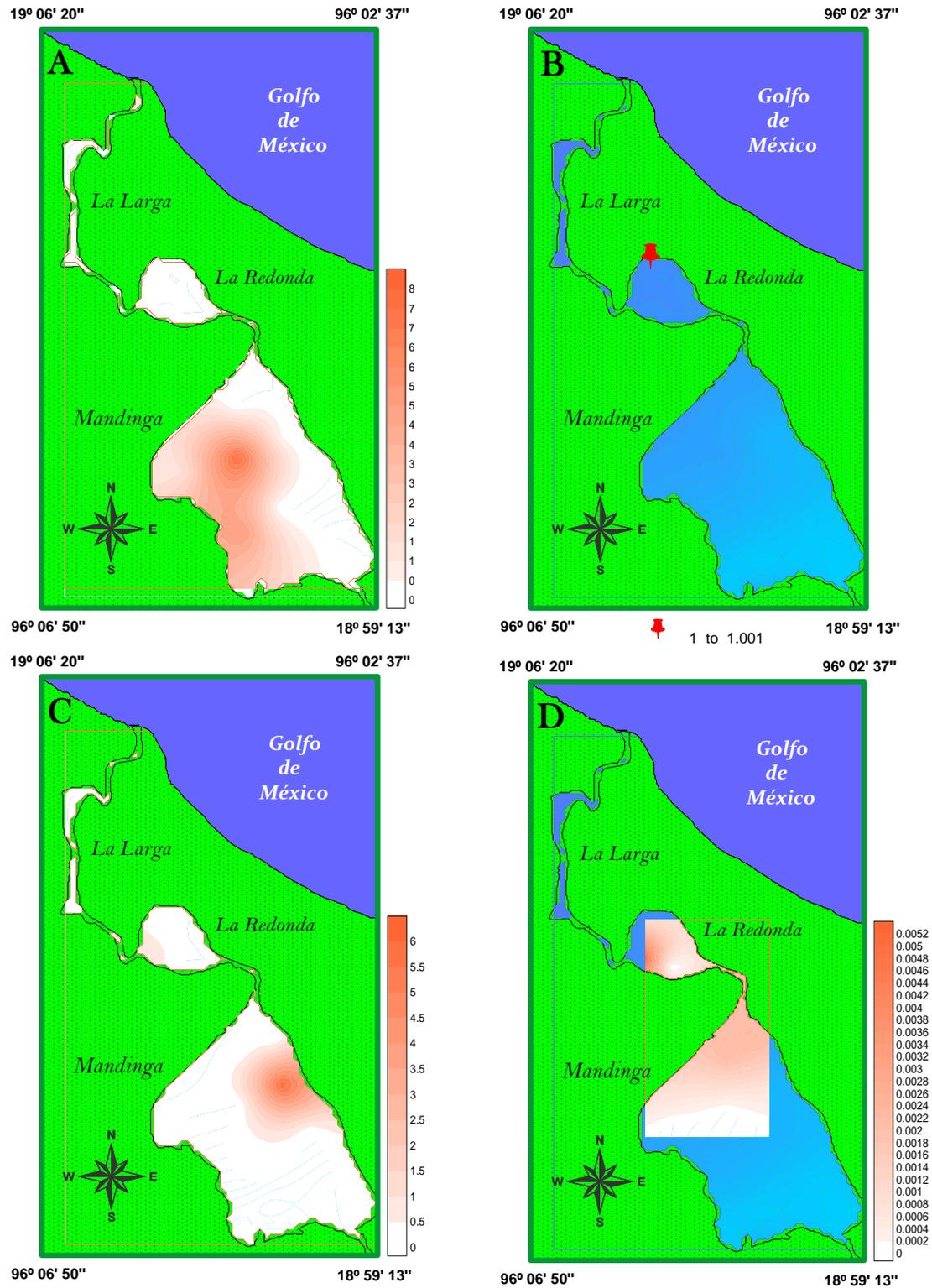
En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) y biomasa (0.00013 g/100 L) se presentó al norte de la laguna La Redonda, registrándose su ausencia en el resto del sistema lagunar (Fig. 24-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (6.1116 ind/100 L) y biomasa (0.0008 g/100 L) de este orden se registró en al noreste de la laguna de Mandinga, presentándose sólo en el estero Horcones, al oeste de la laguna de Mandinga y al suroeste de la laguna La Redonda (Fig. 24-C).

En la temporada de secas 2010 el orden Harpacticoida se encuentra mayormente distribuido al suroeste de la laguna La Redonda (con una densidad de 0.0052 ind/100 L y una biomasa de 0.0000007 g/ 100 L), registrándose también con menores densidades al norte de la laguna La Redonda, y al norte y noreste de la laguna de Mandinga (Fig. 24-D).

La densidad (8 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0011 g/100 L) en todo el SLM del orden Harpacticoida se presentó en la temporada de secas del 2008 al centro de la laguna de Mandinga.







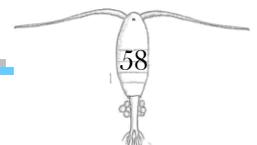
Larva nauplio. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) y biomasa (0.000004 g/100 L) de las larvas nauplio se presentó al centro de la laguna de Mandinga. Se registró su ausencia en el resto del sistema (Fig. 25-A).

En la temporada de lluvias del 2008 la mayor densidad (5 ind/100 L) y biomasa (0.00002 g/100 L) se estimó en la boca del sistema, registrándose también en el estero El Conchal, el estero Horcones, al noreste y suroeste de la laguna La Redonda y al norte, centro, noreste y sur de la laguna de Mandinga (Fig. 25-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (24.9556 ind/100 L) y biomasa (0.0001 g/100 L) de este grupo se registró al norte de la laguna La Larga. También se presentó, con menores densidades, en el estero El Conchal, al noreste y este de la laguna La Redonda, al norte, oeste, suroeste y sur de la laguna de Mandinga (Fig. 25-C).

En la temporada de secas 2010 las larvas nauplio se encuentran mayormente distribuidas al sur de la laguna La Redonda (densidad de 0.0099 ind/100 L y biomasa de 0.00000004 g/100 L), y fue ausente al este de la misma laguna y al norte y oeste de la laguna de Mandinga (25-D).

La mayor densidad (24.9556 ind/100 L) y biomasa (0.0001 g/100 L) de este grupo en todo el SLM se registró al norte de la laguna La Larga en la temporada de secas 2009.



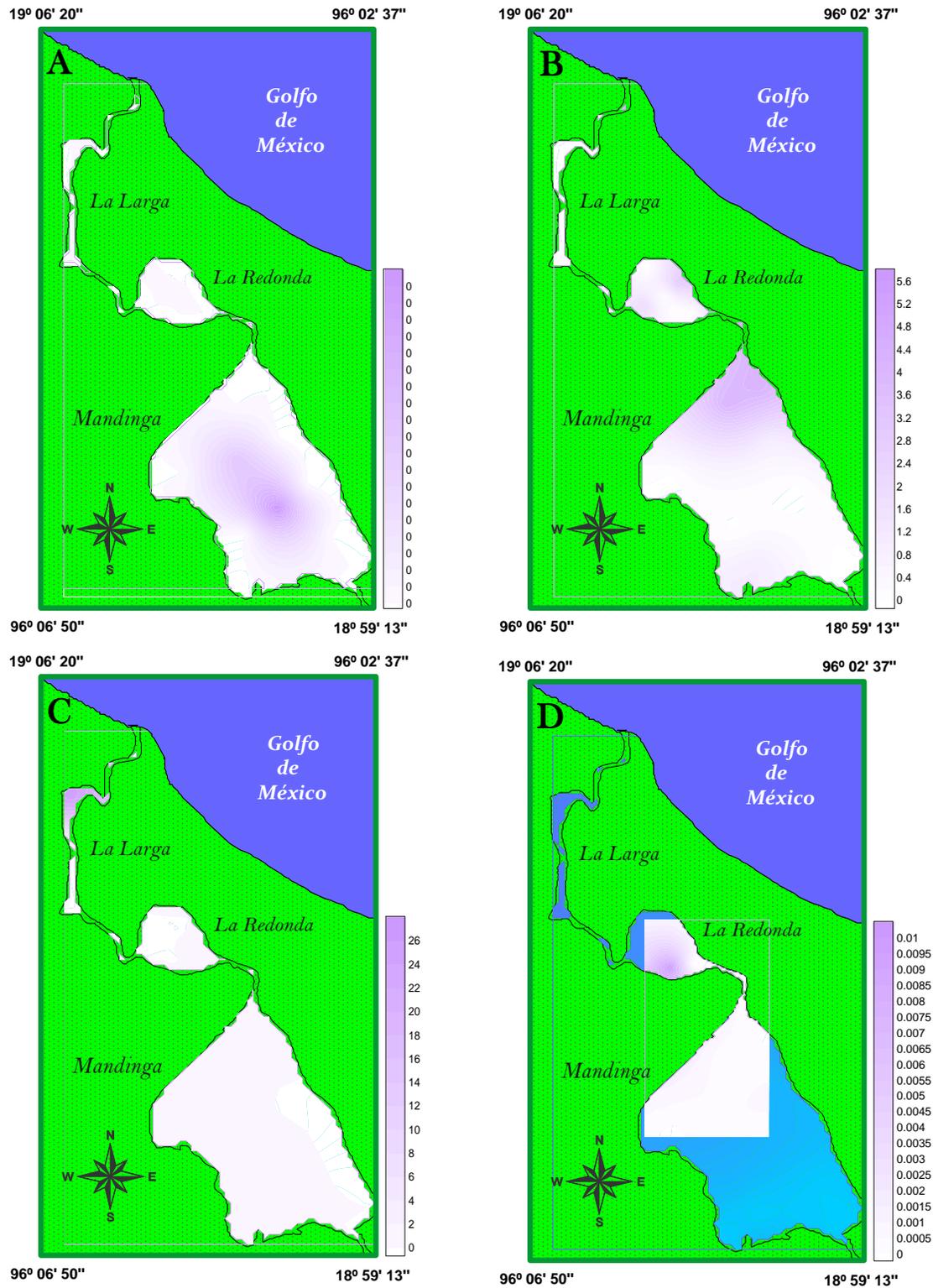


Fig. 25. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de la larva nauplio en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



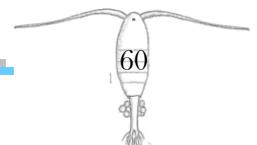
Larva cypris. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) y biomasa (0.0002 g/100 L) de la larva cypris se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga. Se registró su ausencia en el resto del sistema (Fig. 26-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (0.1053 ind/100 L) y biomasa (0.00004 g/100 L) se estimó en el estero El Conchal, siendo este el único lugar donde se observaron (Fig. 26-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (4.7534 ind/100 L) y biomasa (0.0008 g/100 L) de este grupo se registró en el estero El Conchal. También se presentó al sur de la laguna La Larga, en el estero Horcones, al norte, oeste y sur de la laguna de Mandinga (Fig. 26-C).

En la temporada de secas 2010 la zona con mayor densidad (0.01753 ind/100 L) y biomasa (0.000003 g/100 L) se encontró en la zona norte de la laguna La Redonda, también encontrándose al sur y este de la laguna La Redonda y al centro y noreste de la laguna de Mandinga (Fig. 26-D).

La densidad (4.7534 ind/100 L) y biomasa más alta (0.0008 g/100 L) en todo el SLM de las larvas cypris se presentó en la temporada de secas 2009 en el estero El Conchal.



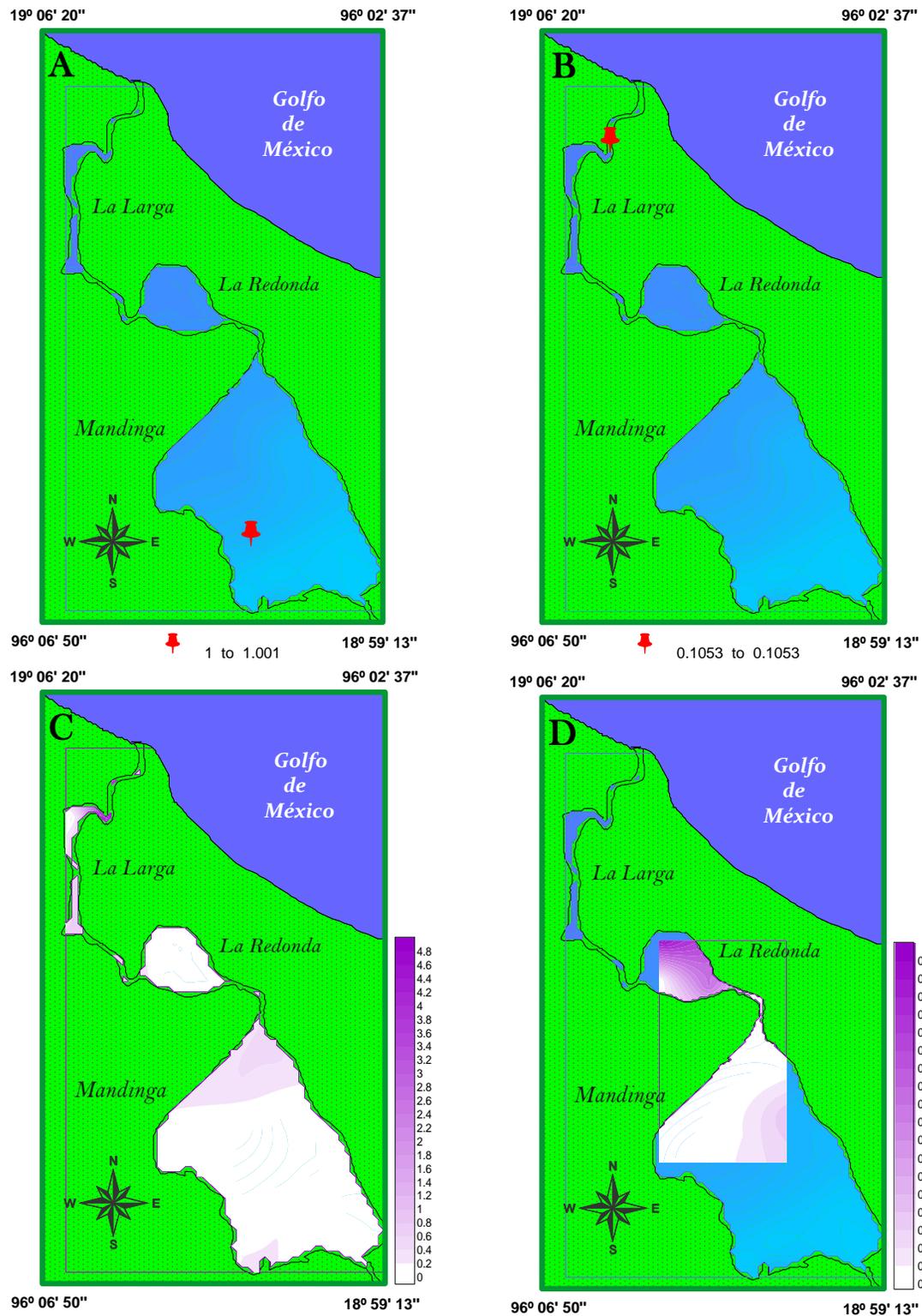


Fig. 26. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de la larva cypris en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



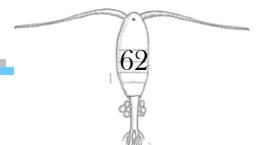
Larva zoea. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (4 ind/100 L) y biomasa (0.0008 g/100 L) de larvas zoea se presentó en el estero El Conchal. Se registró también, al centro, noreste, este, sureste y suroeste en la laguna de (Fig. 27-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (5 ind/100 L) y biomasa (0.001 g/100 L) de estas larvas se estimó al sur de la laguna La Redonda, registrándose también en el estero El Conchal, al norte y sur de la laguna La Larga, al centro, norte y noreste de la laguna La Redonda y al norte, sureste y sur de la laguna de Mandinga (Fig. 27-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (24.9556 ind/100 L) y biomasa (0.0015 g/100 L) se registró en al norte de la laguna La Larga, presentándose también con menor densidad en el estero El Conchal, al noreste y este de la laguna La Redonda, y al norte, sureste, suroeste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 27-C).

En la temporada de secas 2010 las larvas zoea se encontraron mayormente distribuidas al suroeste de la laguna La Redonda (densidad de 0.01658 ind/100 L y biomasa de 0.000003 g/100 L), mientras que su menor densidad (0.00047 ind/100 L) y biomasa (0.0000001 g/100 L) se registró al norte de la misma laguna (Fig. 27-D).

La densidad (24.9556 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0015 g/100 L) en todo el SLM de las larvas zoea se presentó en la temporada de secas 2009 al norte de la laguna La Larga.



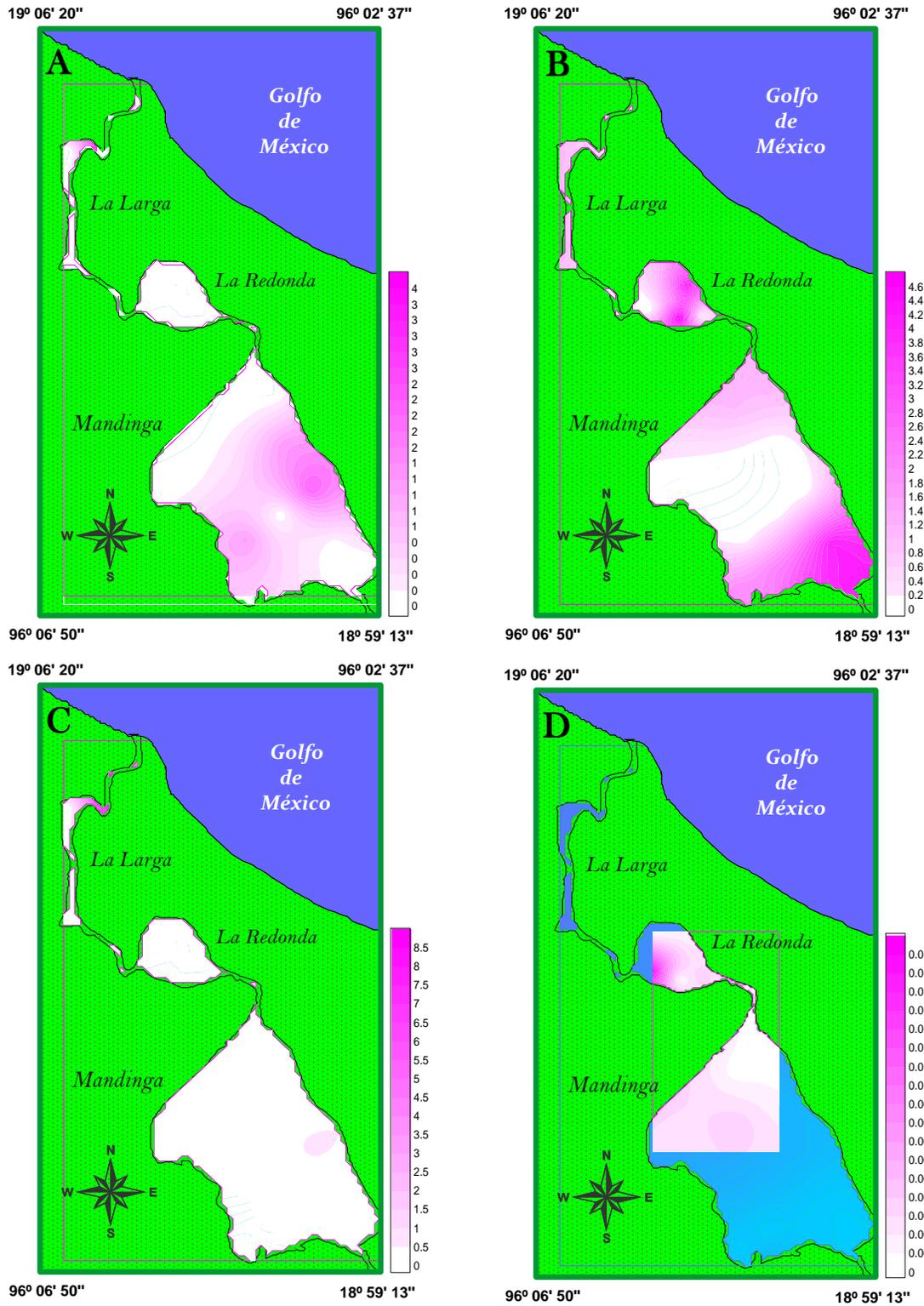


Fig. 27. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de la larva zoea en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



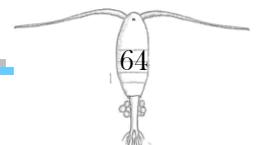
Larva mysis. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) y biomasa (0.0002 g/100 L) de las larvas mysis se presentó al centro de la laguna de Mandinga. Se registró también con menores densidades al este de la misma laguna (Fig. 28-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (1 ind/100 L) y biomasa (0.0002 g/100 L) de estas larvas se estimó al sur de la laguna La Larga y al centro de la laguna de Mandinga, siendo estos los únicos lugares donde se presentó (Fig. 28-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (0.4074 ind/100 L) y biomasa (0.00008 g/100 L) de este grupo se registró en al sur de la laguna La Larga y al sur de la laguna de Mandinga. También se presentó al sureste de esta última laguna con menor densidad (Fig. 28-C).

En la temporada de secas 2010 al suroeste de la laguna La Redonda se registró su mayor densidad (0.00663 ind/100 L) y biomasa (0.000001 g/100 L) de las larvas mysis, ausentándose en el área muestreada al este de la laguna La Redonda y al noreste de la laguna de Mandinga también presentándose (Fig. 28-D)

La densidad (1 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0002 g/100 L) en todo el SLM de las larvas mysis se presentó en la temporada de secas y lluvias 2008 al sur de la laguna La Larga y al centro de la laguna de Mandinga.



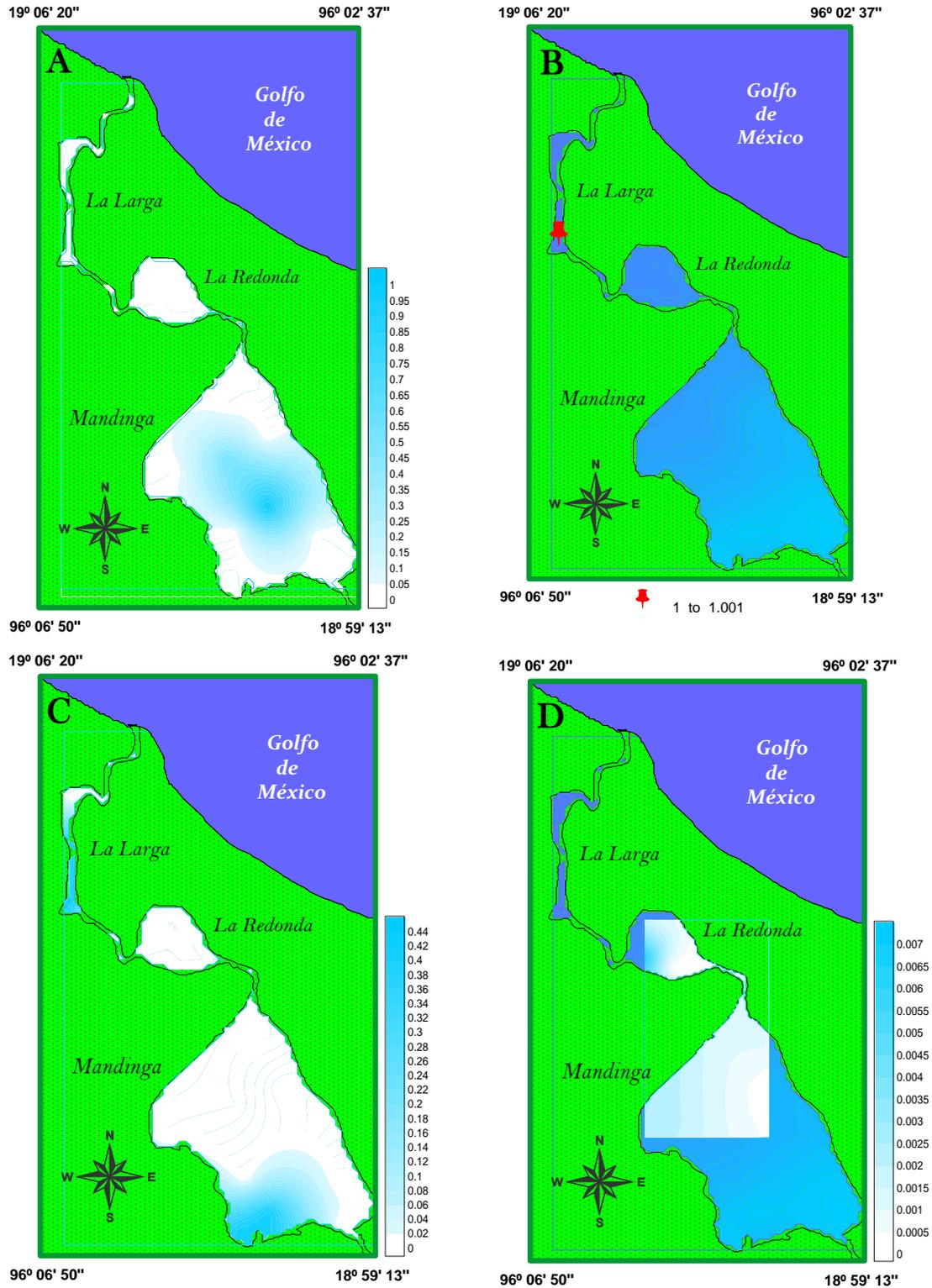


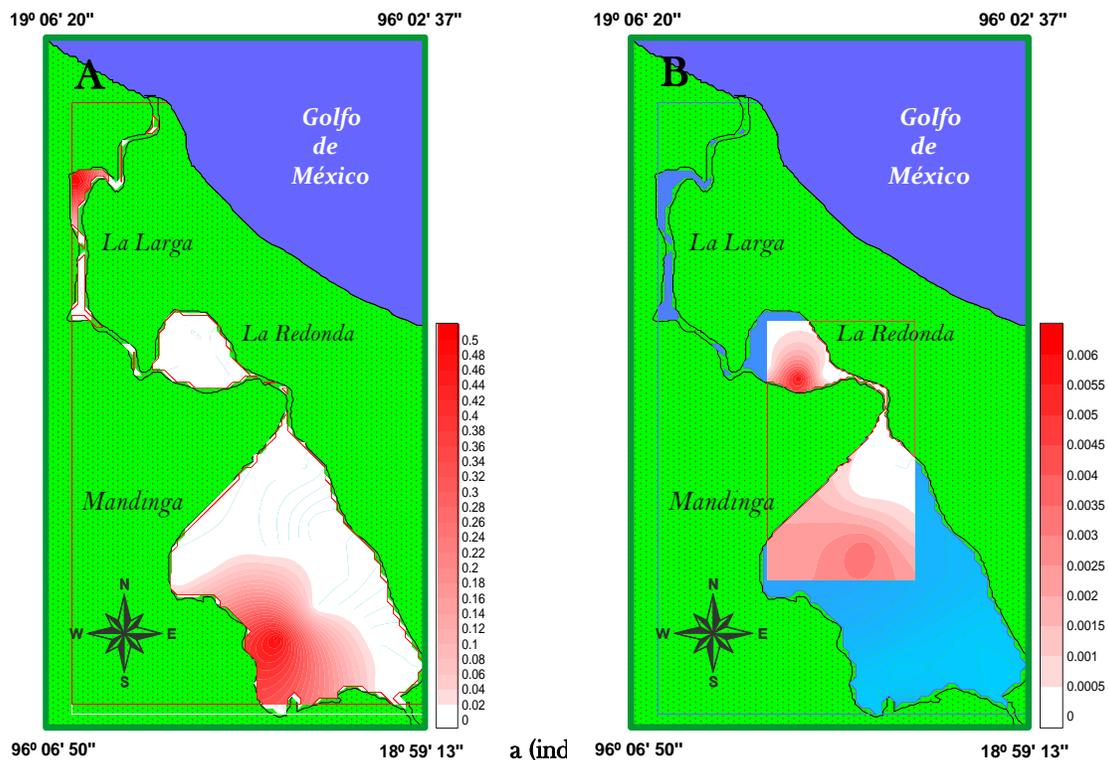
Fig. 28. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de la larva mysis en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.

Larva megalopa. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (0.5 ind/100 L) y biomasa (0.001 g/100 L) de las larvas megalopa se presentó al norte de la laguna La Larga y al suroeste de la laguna de Mandinga, siendo estos los únicos lugares de localización (Fig. 29-A).

En la temporada de lluvias 2008 y en la de secas 2009 no se registró la presencia de estas larvas. En la temporada de secas 2010 estas larvas se encontraron mayormente distribuidas al sur de la Laguna la Redonda (densidad de 0.00616 ind/100 L y biomasa de 0.00001 g/100 L), presentándose también al centro, noreste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 29-B).

La densidad (0.5 ind/100 L) y biomasa mayor (0.001 g/100 L) en todo el SLM de las larvas megalopas se presentaron en la temporada de secas 2008 al norte de la laguna La Larga.



A. Secas 2008 B. Secas 2010.

Larva trocófora. Esta larva sólo se registró en la temporada de secas 2009, con su mayor densidad (10.1859 ind/100 L) y biomasa (0.00001 g/100 L) en el estero El Conchal, y con una menor densidad al noreste de la laguna de Mandinga (Fig. 30).

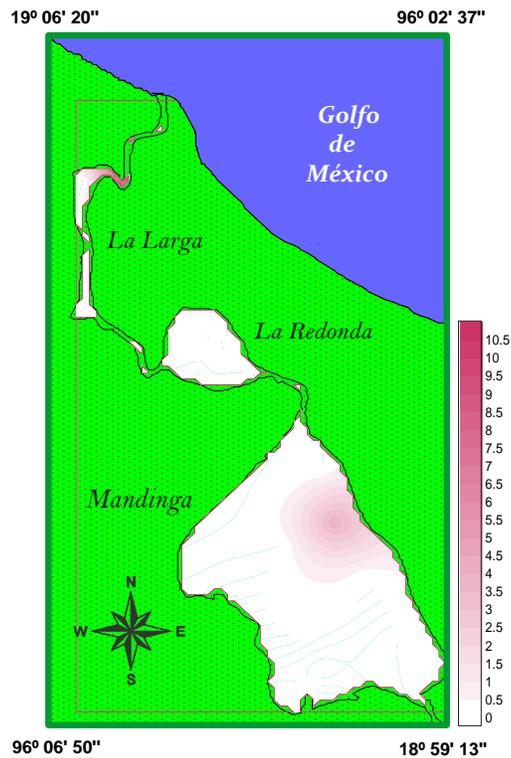


Fig. 30. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de la larva trocófora en el SLM, secas 2009.



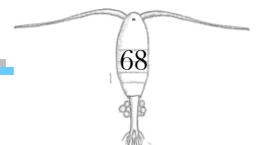
Chaetognatha. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (19.5 ind/100 L) y biomasa (0.0085 g/100 L) del grupo *Chaetognatha* se presentó al este de la laguna de Mandinga. También se presentó con menor densidad y biomasa al este de la laguna La Redonda, al norte, noreste, sureste y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 31-A).

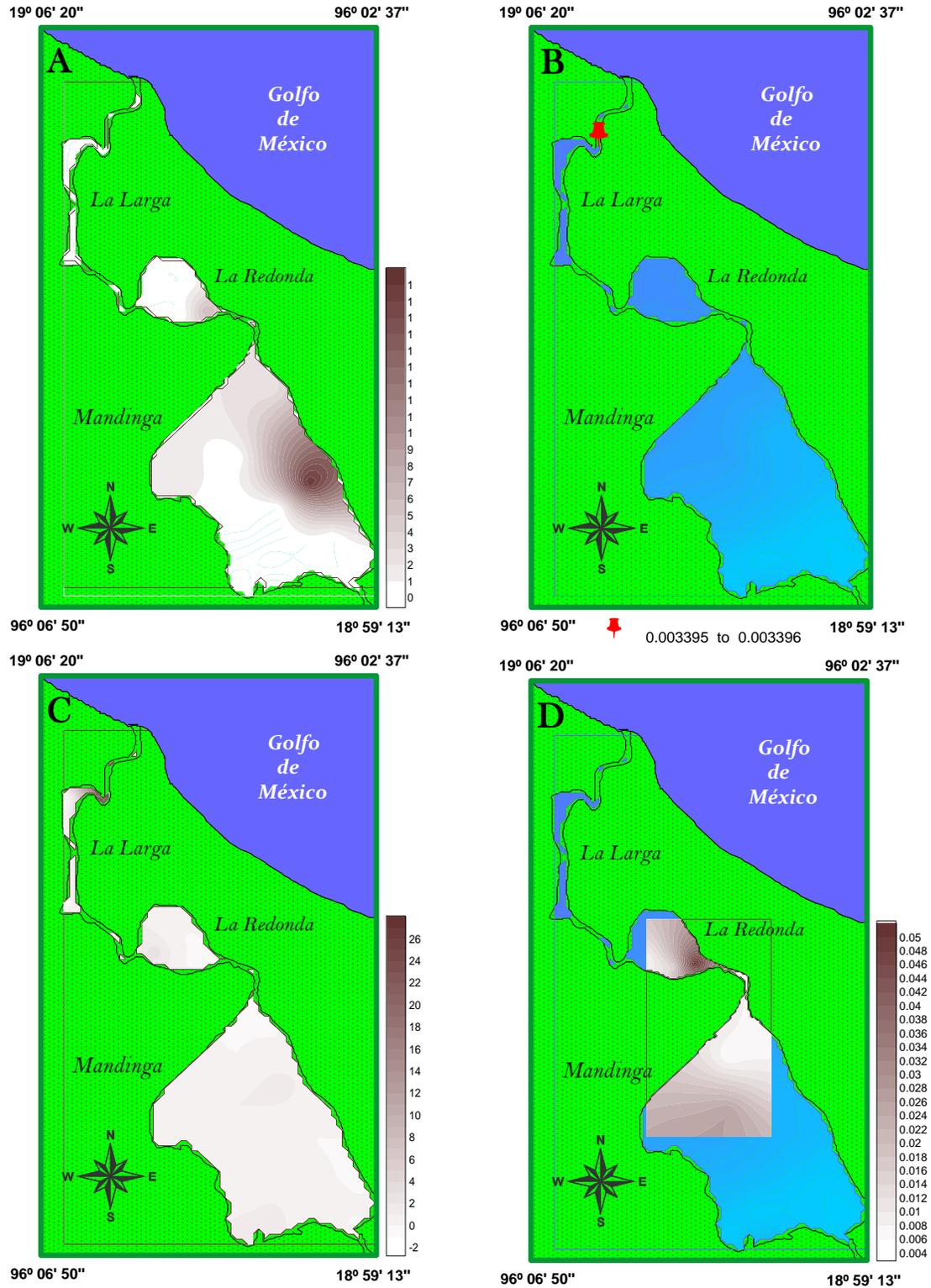
En la temporada de lluvias 2008 este grupo sólo se registró en el estero El Conchal con una densidad de 0.0034 ind/100 L y una biomasa de 0.000002 g/100 L (Fig. 31-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (26.4834 ind/100 L) y biomasa (0.0115 g/100 L) se registró en el estero El Conchal. También se estimaron menores densidades al norte de la laguna La Larga, en el estero el Horcones, al centro, norte, noreste y suroeste de la laguna La Redonda y al centro, noreste, sureste, sur y oeste de la laguna de Mandinga (Fig. 31-C).

En la temporada de secas 2010 la mayor densidad (0.05044 ind/100 L) y biomasa (0.000022 g/100 L) de este grupo se ubicó en la zona sureste de la laguna La Redonda, mientras que el menor valor registrado (densidad de 0.00643 ind/100 L y biomasa de 0.000003 g/100 L) se presenta al norte de la laguna de Mandinga (Fig. 31-D).

La densidad (26.4834 ind/100 L) y biomasa mayor (0.0115 g/100 L) de este grupo en todo el SLM se registró en el estero El Conchal en la temporada de secas 2009.







Appendicularia. Esta clase sólo se registró (0.0090 ind/100 L) en la temporada de secas 2010, al noroeste de la laguna La Redonda (Fig. 32).

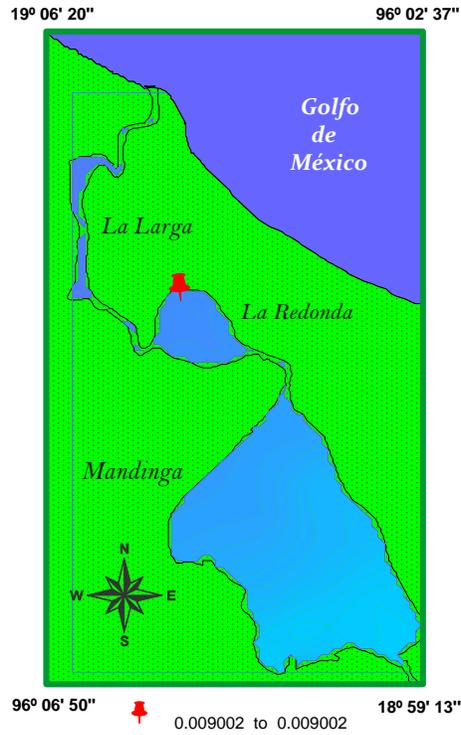
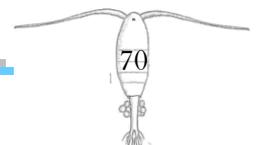


Fig. 32. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de *Appendicularia* en el SLM, secas 2010.



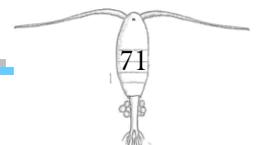


Huevos de pez. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (4.5 ind/100 L) y biomasa (0.001 g/100 L) de los huevos de pez se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga. Se registraron también en la boca del sistema, al norte, sur y suroeste de la laguna La Redonda y al este de la laguna de Mandinga (Fig. 33-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (5 ind/100 L) y biomasa (0.0011 g/100 L) se estimó al noreste de la laguna La Redonda, también se registraron menores densidades en el estero El Conchal, al sur de la laguna La Larga, al este y suroeste de la laguna La Redonda y al centro, este, sur y suroeste de la laguna de Mandinga (Fig. 33-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (25.9741 ind/100 L) y biomasa (0.0058 g/100 L) se registró en el estero Horcones, también observándose al noreste de la laguna La Redonda y al sur de la laguna de Mandinga (Fig. 33-C).

En la temporada de secas 2010 no se registró la presencia de los huevos de pez. La densidad (25.9741 ind/100 L) y biomasa más alta (0.0058 g/100 L) en todo el SLM de los huevos de pez se presentaron en la temporada de secas 2009 en el estero Horcones.



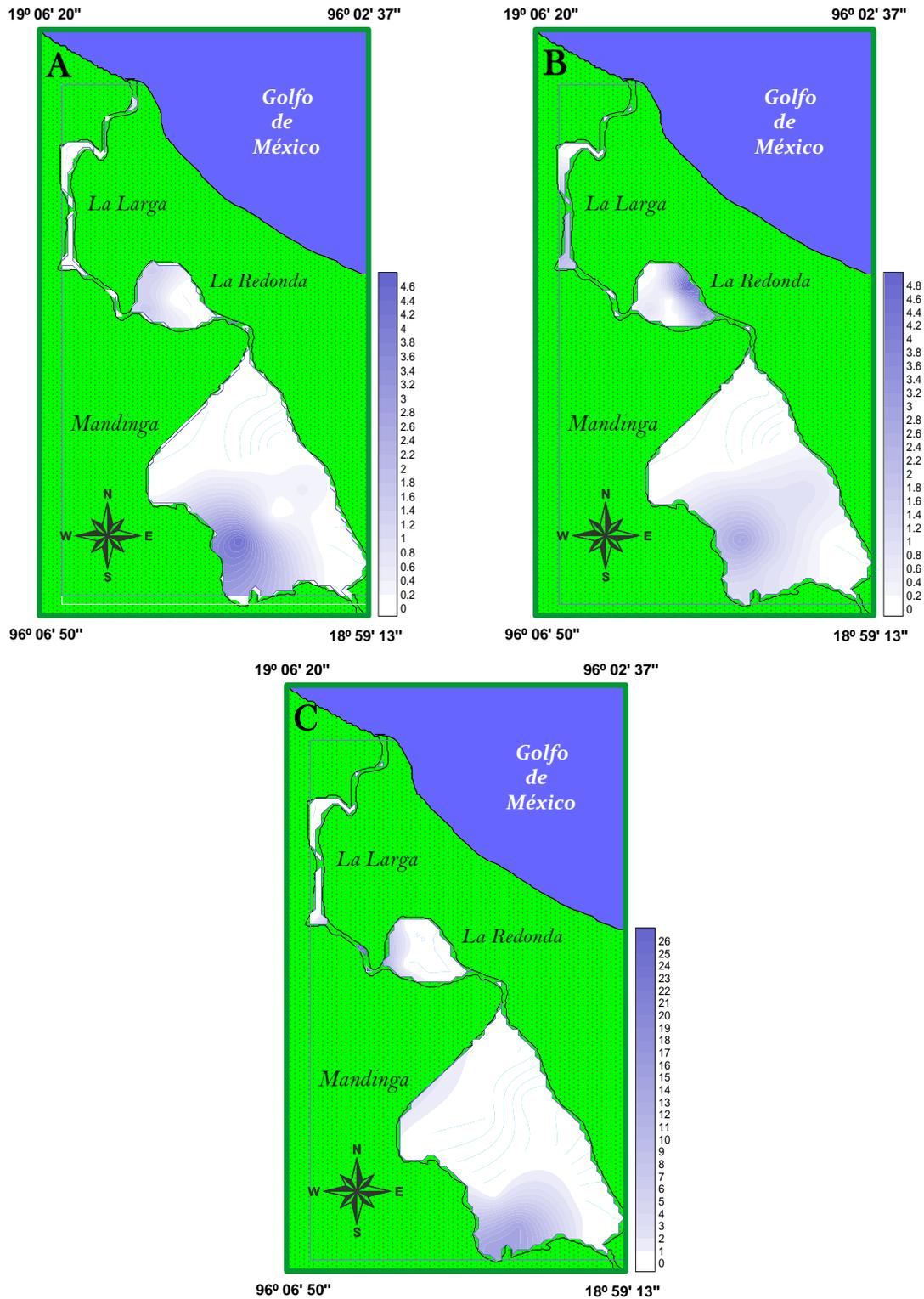


Fig. 33. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de los huevos de pez en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009

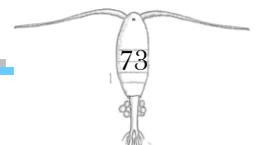


Larvas de pez. En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (11 ind/100 L) y biomasa (0.0707 g/100 L) de las larvas de pez se presentó al este de la laguna de Mandinga. Se registraron también con menor densidades al centro y norte de la laguna La Redonda, y al noreste y sureste de la laguna de Mandinga (Fig. 34-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (0.0034 ind/100 L) y biomasa (0.00002 g/100 L) se estimó en el estero El Conchal, siendo este el único lugar donde se presentó (Fig. 34-B).

Durante la temporada de secas 2009 no se registró la presencia de larvas de pez. En la temporada de secas del 2010 la mayor densidad (0.00110 ind/100 L) y biomasa (0.000007 g/100 L) se ubicó en la zona este de la laguna de Mandinga, también registrándose al sur de la laguna La Redonda, mientras que en resto del sistema fue ausente (Fig. 34-C).

La densidad (11 ind/100 L) y biomasa más alta (0.0707 g/100 L) en todo el SLM de las larvas de pez se presentó en la temporada de secas del 2008 al este de la laguna de Mandinga.



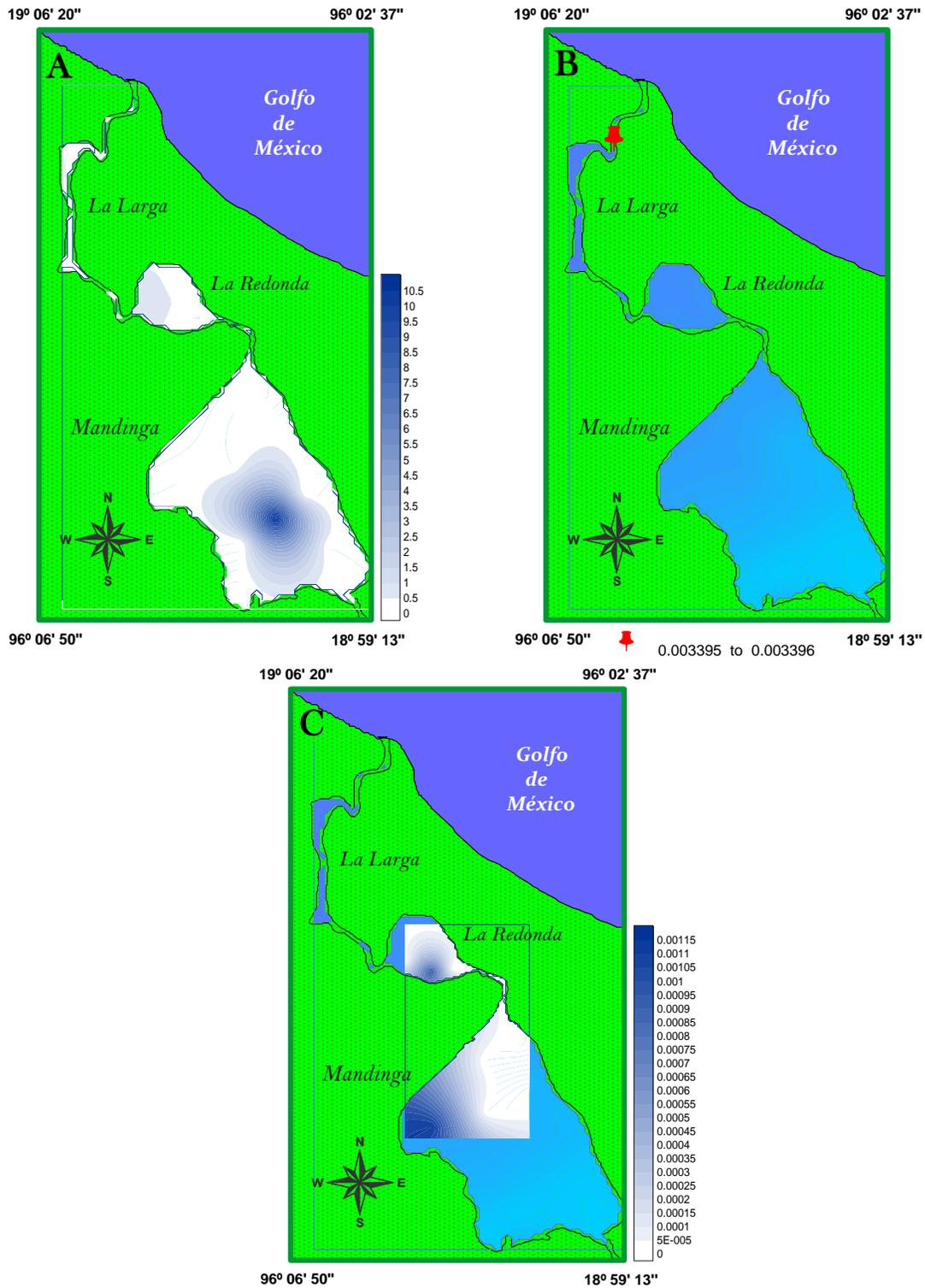


Fig. 34. Distribución de la abundancia (ind/100 L) de las larvas de pez en el SLM:

A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2010.



Densidad y biomasa total por temporada.

En la temporada de secas 2008 la mayor densidad (96.5 ind/100 L) y biomasa (0.0719 g/100 L) de los grupos zooplanctónicos se presentó al suroeste de la laguna de Mandinga (Fig. 35-A).

En la temporada de lluvias 2008 la mayor densidad (51 ind/100 L) y biomasa (0.0286 g/100 L) se estimó al noroeste de la laguna La Redonda (Fig. 35-B).

Durante la temporada de secas 2009 la mayor densidad (247.86 ind/100 L) y biomasa (0.0425 g/100 L) se estimó en el estero El Conchal (Fig. 36-C).

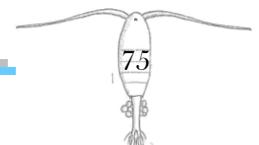
En la temporada de secas 2010 la mayor densidad (0.6827 ind/100 L) y biomasa (0.0001 g/100 L) se ubicaron al suroeste de la laguna La Redonda (Fig. 35-C).

La densidad total más alta (247.86 ind/100 L) en todo el SLM de los grupos zooplanctónicos se presentó en la temporada de secas del 2009 en el estero El Conchal.

La mayor densidad y biomasa total en el SLM se registró en la temporada de secas 2009 con 884.45 ind/ 100 L, seguida de la temporada de lluvias 2008 (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad y biomasa total del zooplancton en el SLM con durante en las temporadas de estudio.

	2008 secas	2008 lluvias	2009 secas	2010 secas
Densidad (ind/100 L)	224.9838	284.1693	884.4488	1.8878
Biomasa (g/100 L)	0.1380	0.0990	0.1643	0.0004



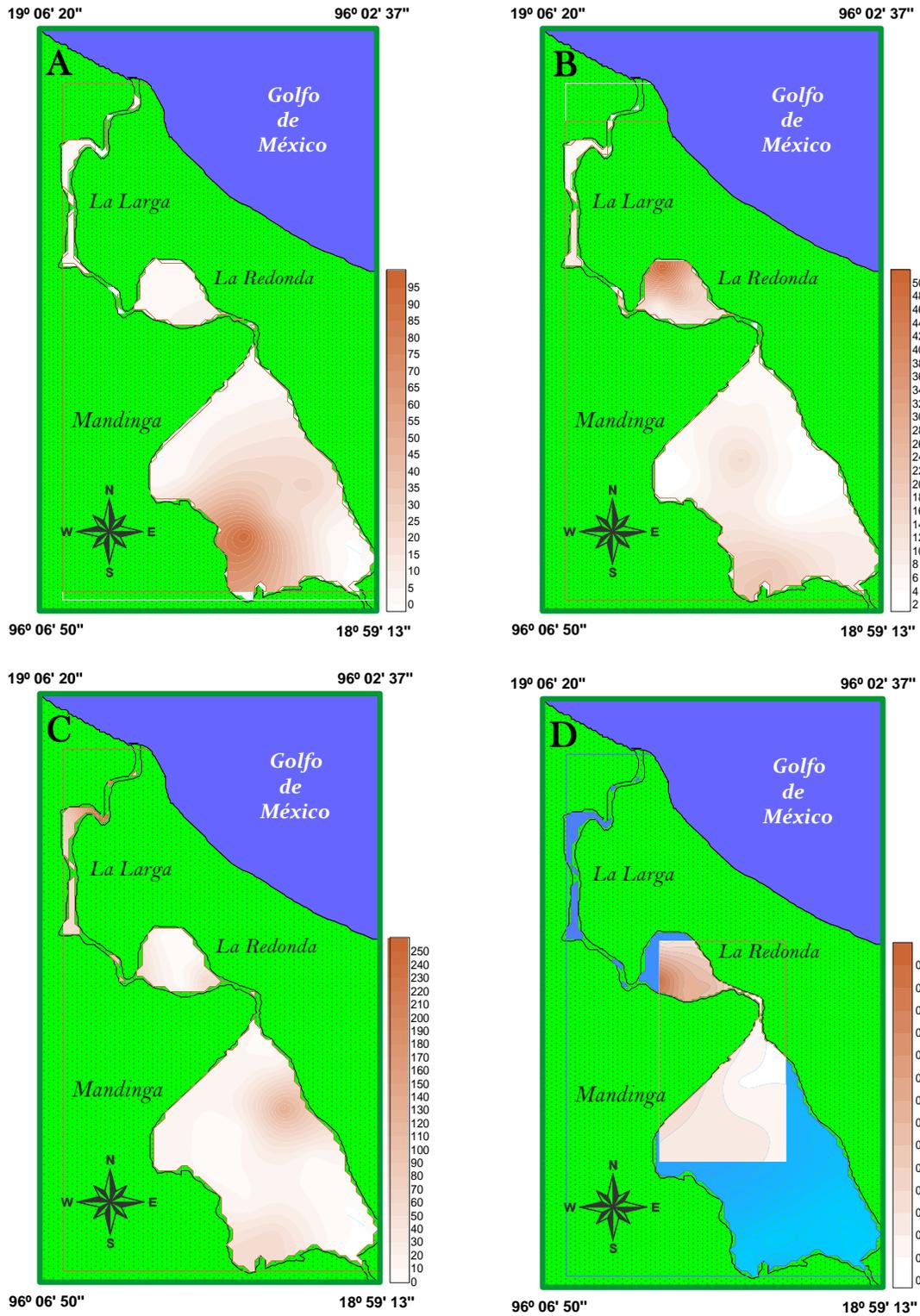


Fig. 35. Distribución de la abundancia total (ind/100 L) de los grupos zooplanctónicos en el SLM:
A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.

Densidad relativa.

La mayor densidad relativa (RDi) en el SLM para la temporada secas 2008, estuvo representada por el grupo Calanoida con una densidad relativa de 39.74%, seguido de Chaetognatha con el 17.37% y Cyclopoida con el 13.90%. El resto de los grupos presentó una densidad relativa en un intervalo del 7.17 al 0.003% siendo el menos abundante el grupo Ctenophora (Fig. 36).

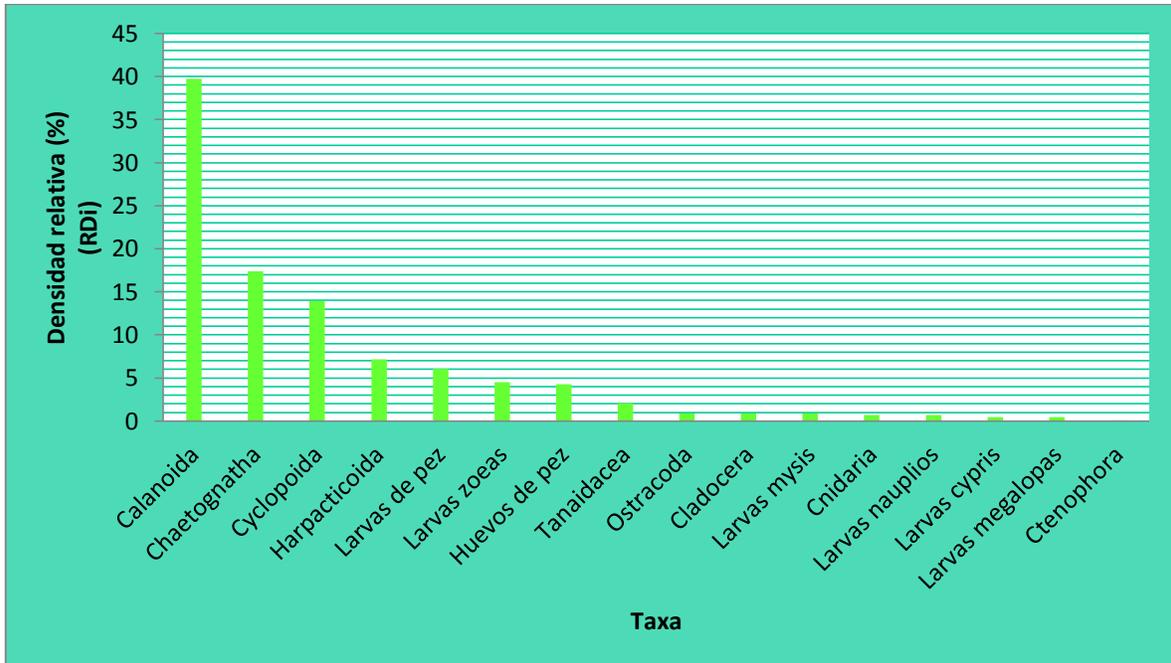


Fig. 36. Densidad relativa de los taxa del SLM, secas 2008.

La mayor densidad relativa en el SLM para la temporada lluvias 2008 estuvo representada nuevamente por Calanoida con una densidad relativa de 44.26%, seguido del Cyclopoida con el 20.03%. El resto de los grupos presentó una densidad relativa en un intervalo de 7.64 a 0.001% siendo los menos abundantes el grupo Chaetognatha y las larvas de pez (Fig. 37).

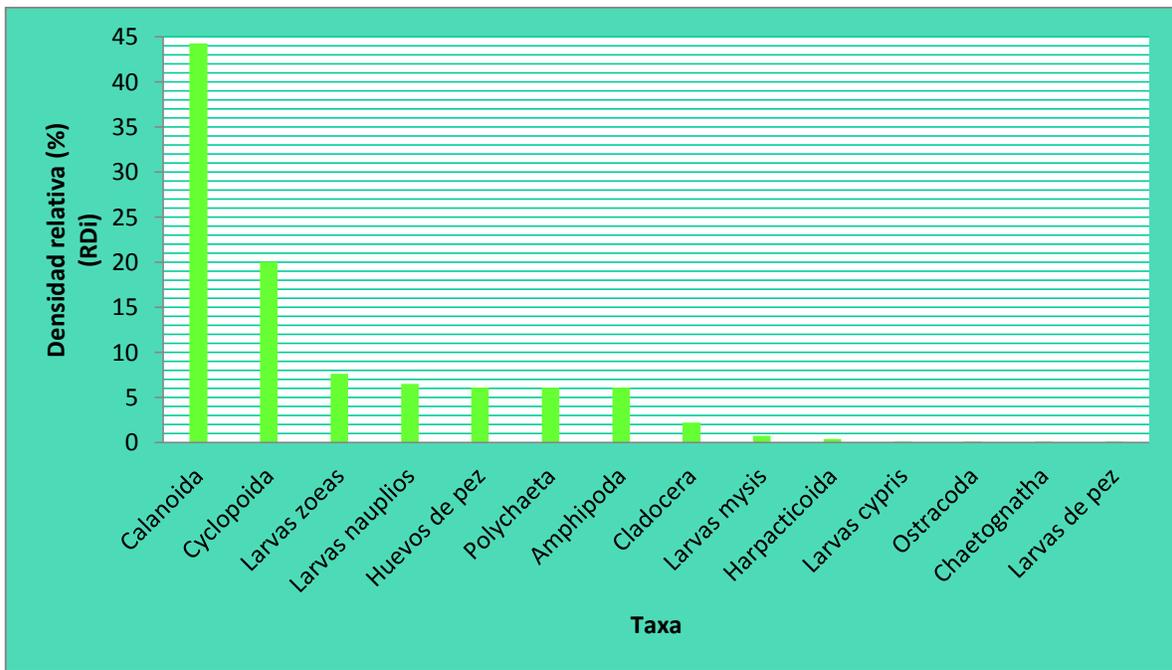
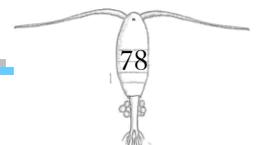


Fig. 37. Densidad relativa de los taxa del SLM, lluvias 2008.

La mayor densidad relativa en el SLM para la temporada secas 2009, fue de 58.92% representada por Calanoida, seguido de Ostracoda con el 8.53%. El resto de los grupos presentó una densidad relativa en un intervalo de 7.21 al 0.05%, siendo los menos abundantes los grupos Rotifera y Foraminifera (Fig. 38).



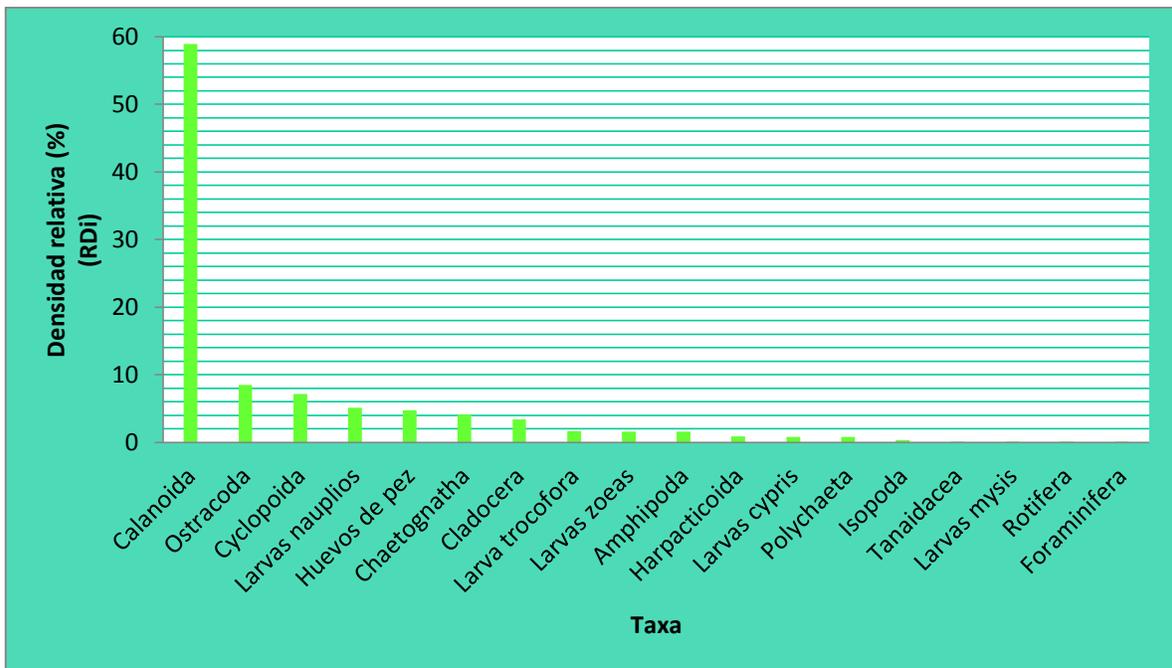


Fig. 38 Densidad relativa de los taxa del SLM, secas 2009.

La mayor densidad relativa en el SLM para el año 2010, estuvo representada por Calanoida con el 78.28%, seguido de Chaetognatha con el 8.27%. El resto de los grupos presentó una baja densidad en un intervalo de 3.55 al 0.03% siendo el menos abundante el grupo Ostracoda (Fig. 39).

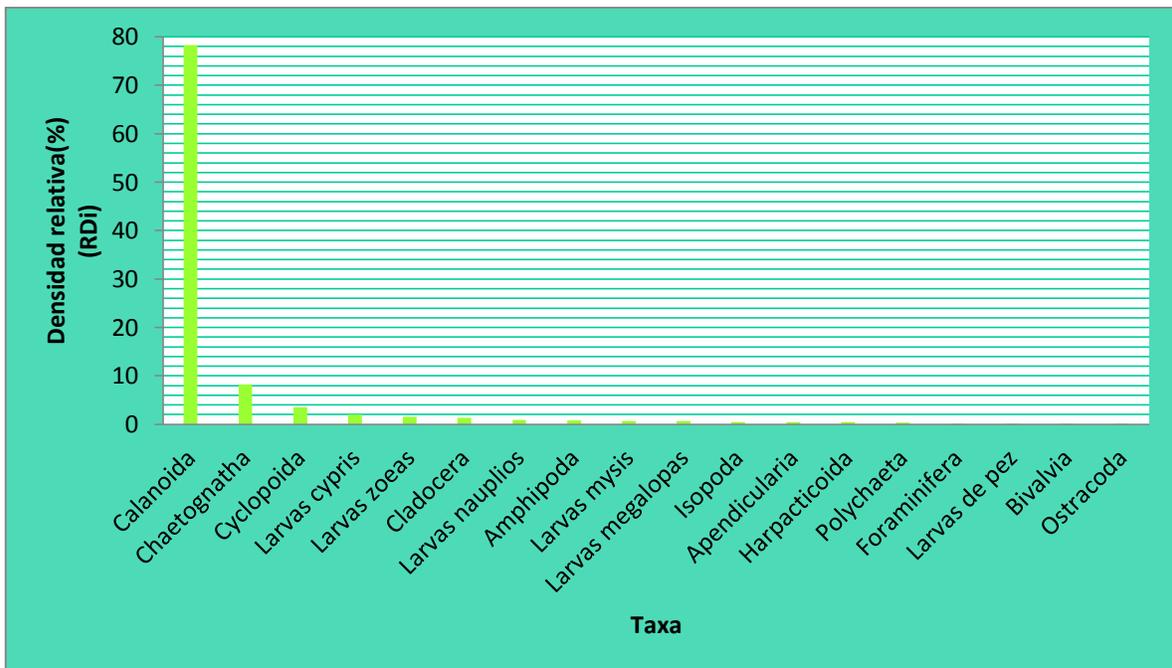


Fig. 39. Densidad relativa de los taxa del SLM, secas 2010.

El grupo más abundante en el SLM en todas las temporadas de muestreo fue Calanoida con una densidad relativa máxima del 78.28% en la temporada de secas 2010 y una mínima de 39.74% en la temporada de secas 2008. Los grupos menos abundantes son variados en cada temporada.



Frecuencia relativa.

Para la temporada de secas 2008 el grupo con mayor frecuencia relativa (Rfi) en el SLM fue Calanoida con el 16.67%, seguido de Cyclopoida con el 13.64%. Los grupos restantes presentaron una frecuencia del 9.09% al 1.52%, siendo los grupos menos frecuentes Ostracoda, larvas cypris y Ctenophora (Fig. 40).

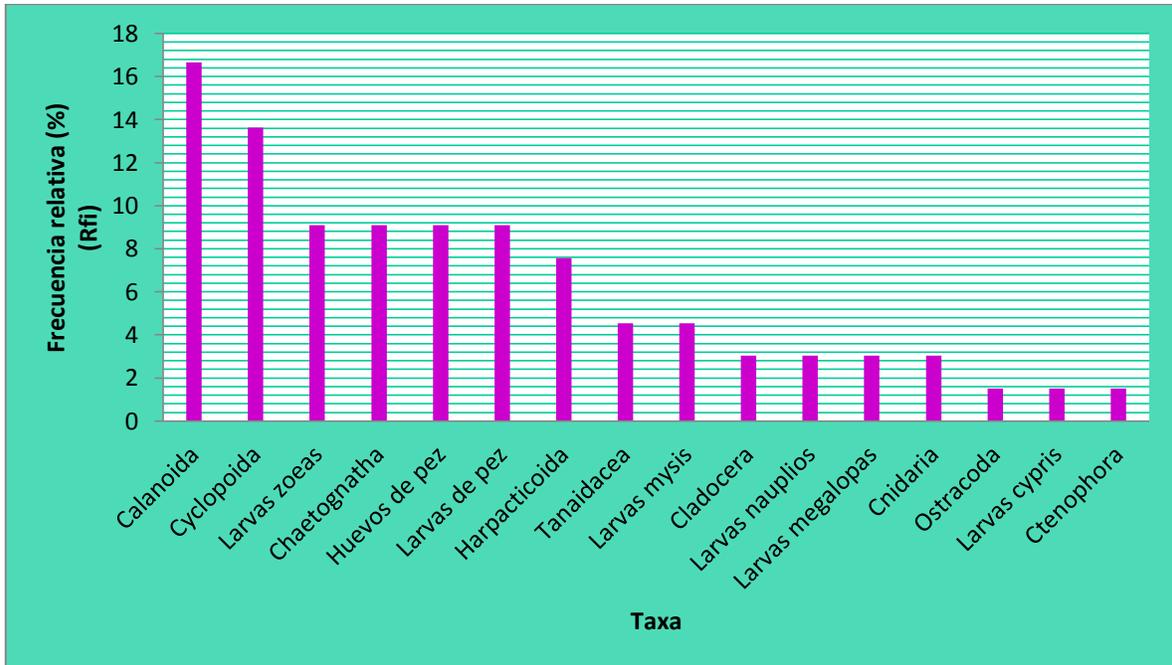
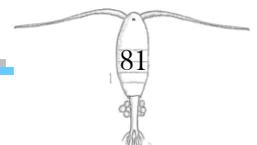


Fig. 40. Frecuencia relativa de los taxa del SLM, secas 2008.

En la temporada de lluvias 2008 se observó que el grupo con mayor frecuencia relativa en el SLM fue Calanoida con el 21.79%. Los grupos restantes presentaron una frecuencia del 12.82% al 1.28%, siendo los grupos menos frecuentes Harpacticoida, Ostracoda, larvas cypris, Chaetognatha y las larvas de pez (Fig. 41).



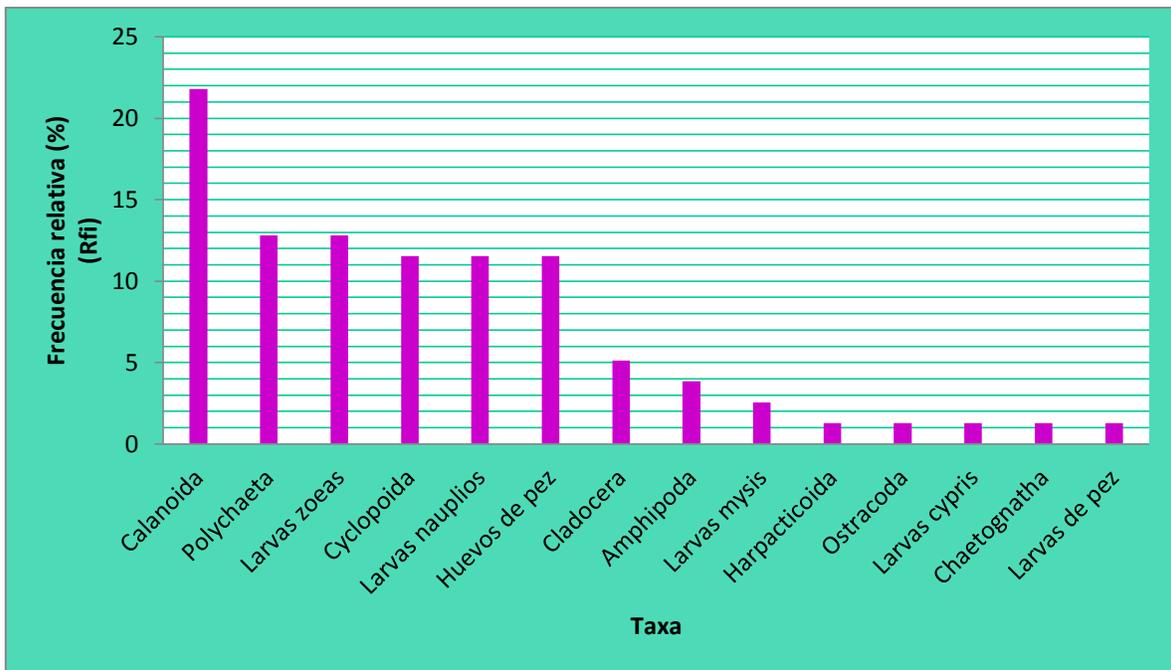


Fig. 41. Frecuencia relativa de los taxa del SLM, lluvias 2008.

En la temporada de secas 2009 se observó que el grupo con mayor frecuencia relativa en el SLM fue Calanoida con el 16.24%, seguido de Cyclopoida con el 11.97%. Los grupos restantes presentaron una frecuencia del 10.26% al 0.85%, siendo los menos frecuentes Rotíferra y Foraminifera (Fig. 42).

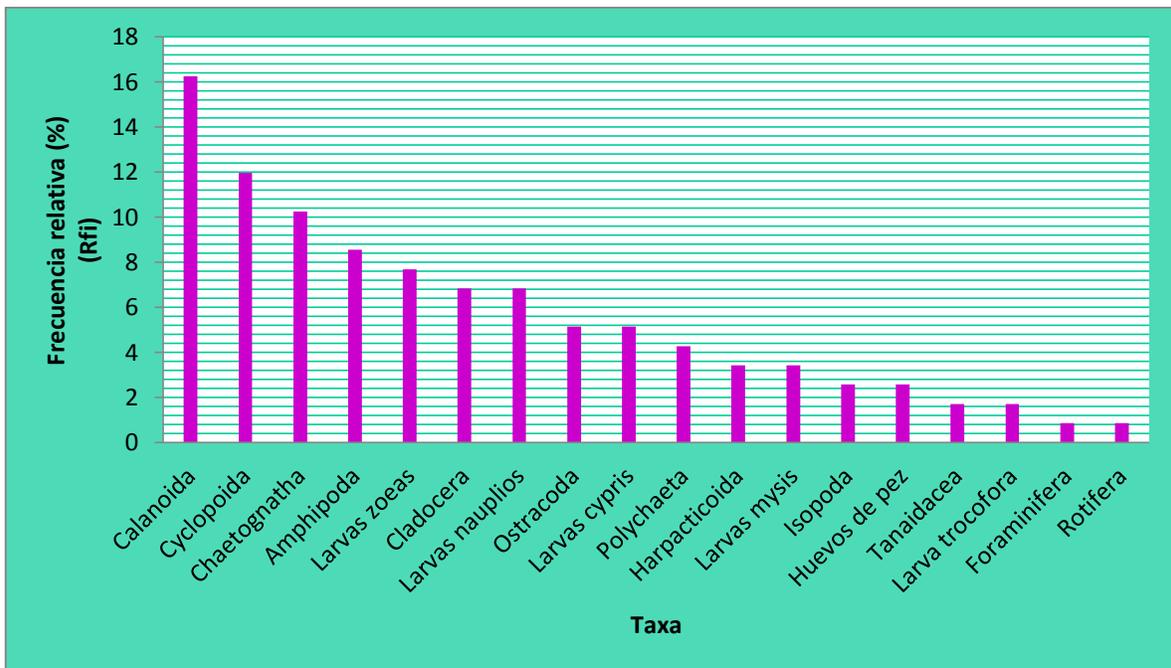


Fig. 42. Frecuencia relativa de los taxa del SLM, secas 2009.

En el año 2010 los grupos con mayor frecuencia relativa en el SLM fueron Calanoida, Chaetognatha y larva zoea con una frecuencia relativa del 10.81%. Los grupos restantes presentaron una frecuencia relativa del 9.46% al 1.35%, siendo los grupos con una frecuencia más restringida Foraminifera, Bivalvia, Ostracoda y Apendicularia (Fig. 43).

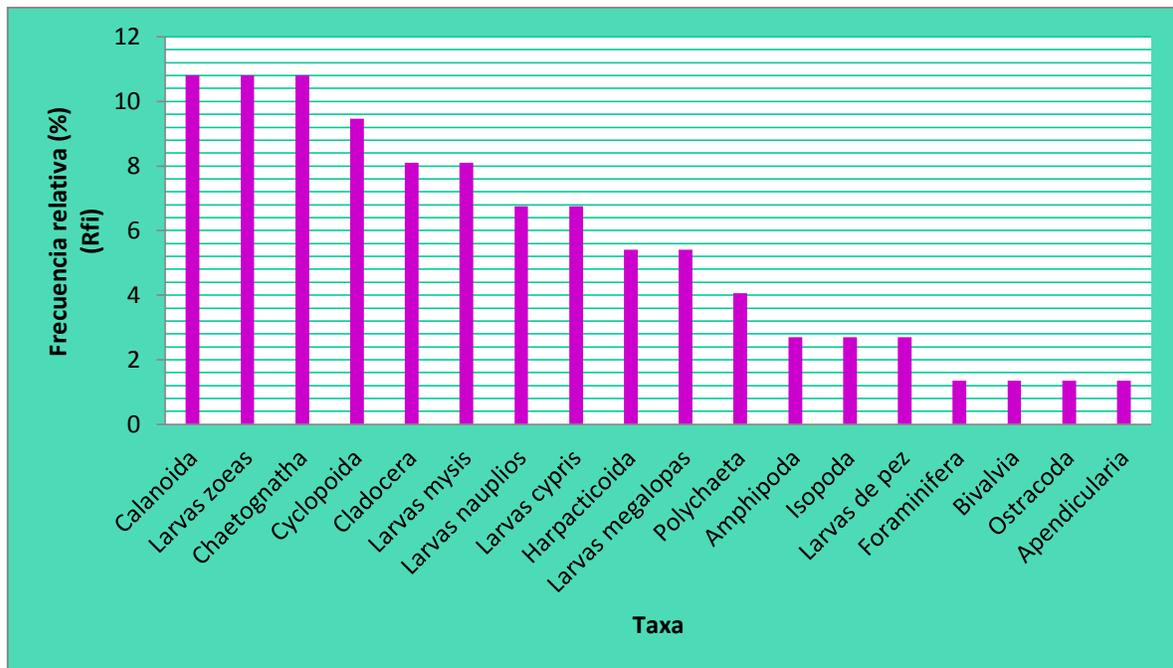
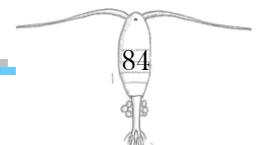


Fig. 43. Frecuencia relativa de los taxa del SLM, secas 2010.

En el SLM el grupo con una mayor frecuencia en todas las temporadas fue Calanoida, con una frecuencia máxima de 21.79% en la temporada de lluvias 2008 y una mínima de 10.81% en la temporada de secas 2010. Los grupos menos frecuentes son variados en cada temporada.



Dominancia relativa.

La mayor dominancia relativa (RDi) en el SLM para la temporada secas 2008, estuvo representada por las larvas de pez con el 62.92%, seguido de Chaetognatha con el 12.23% y Calanoida con el 8.60%. El resto de los grupos presentó una dominancia relativa en un intervalo del 6.52% al 0.004% siendo las menos dominantes las larvas nauplio (Fig. 44).

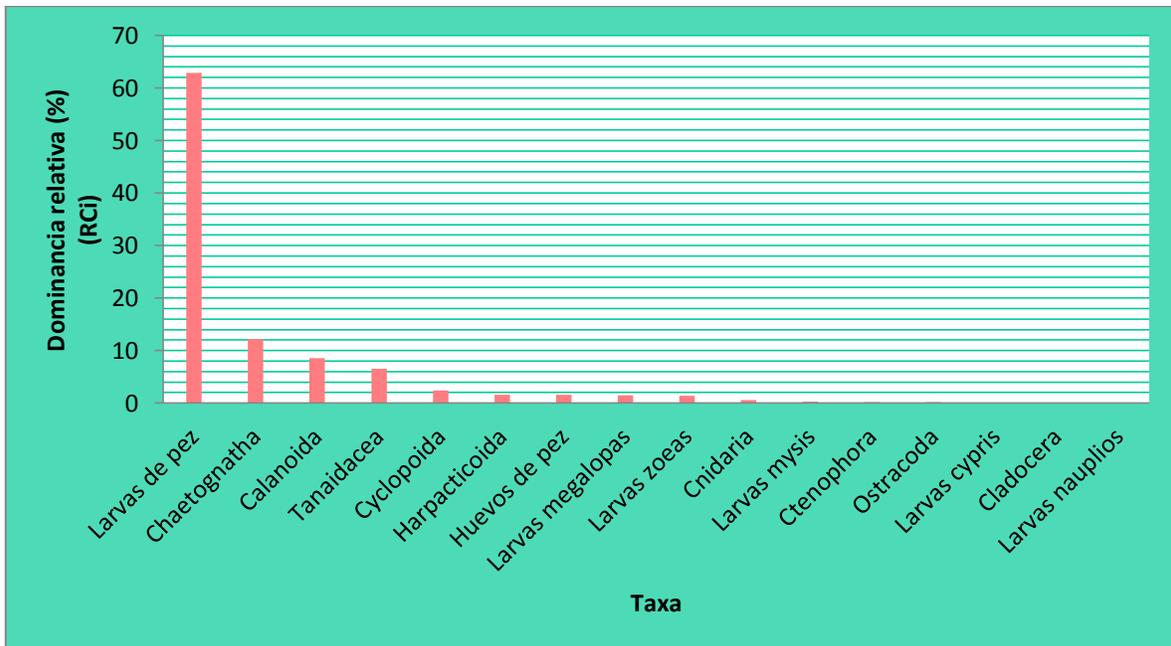


Fig. 44. Dominancia relativa de los taxa del SLM, secas 2008.

La mayor dominancia relativa en el SLM para la temporada lluvias 2008 estuvo representada por Polychaeta y Amphipoda con el 34.32%, seguido de Calanoida con el 16.73%. El resto de los grupos presentó una densidad relativa en un intervalo del 5.96 al 0.0009% siendo el menos dominante Ostracoda (Fig. 45).

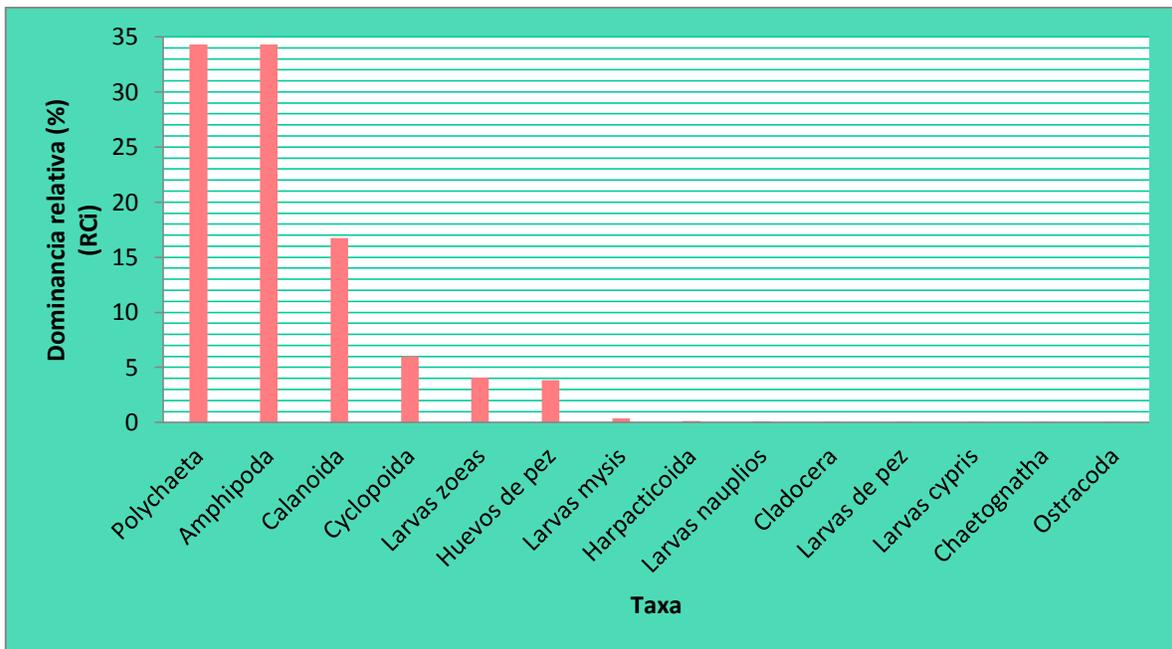


Fig. 45. Dominancia relativa de los taxa del SLM, lluvias 2008.

La mayor dominancia relativa en el SLM para la temporada secas 2009 fue de 41.72% representada por Calanoida, seguido de Amphipoda con el 16.67%. El resto de los grupos presentó una dominancia relativa en un intervalo de 8.23% al 0.02%, siendo el menos dominante Foraminifera (Fig. 46).

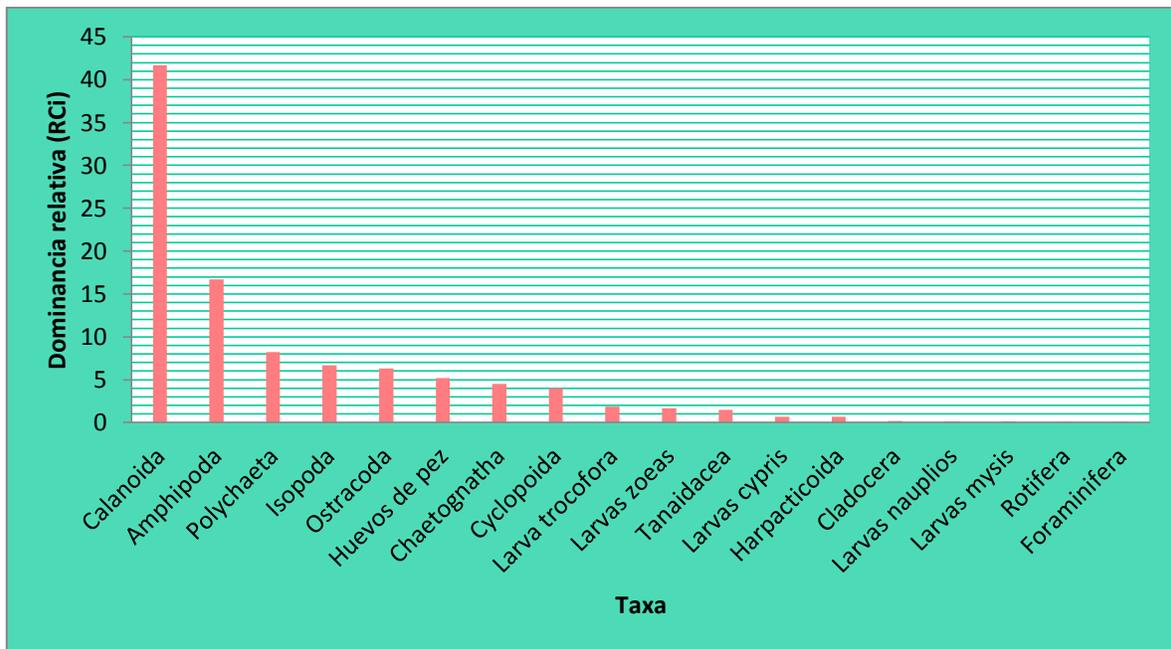


Fig 45. Dominancia relativa de los taxa del SLM, secas 2009.

La mayor dominancia relativa en el SLM para el año 2010 estuvo representada por Calanoida con el 47.49%, seguido de Chaetognatha con el 16.99%. El resto de los grupos presentó una baja dominancia en un intervalo de 9.73 al 0.02% siendo los menos dominantes Ostracoda y las larvas nauplios (Fig. 47).

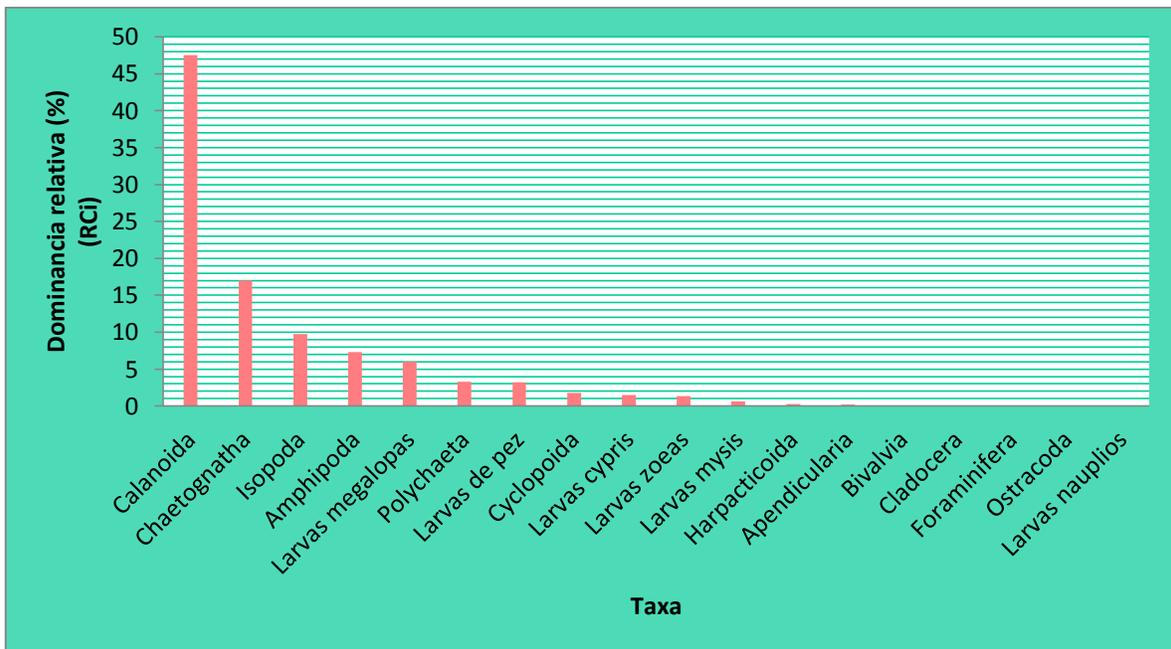


Fig. 47. Dominancia relativa de los taxa del SLM, secas 2010.

Los grupos más dominantes en el SLM en las temporadas de muestreo fueron las larvas de peces (máx. 62.92% en secas 2008) Calanoida (máx. 41.72% en secas 2009), Amphipoda y Polychaeta (máx. 34.32% lluvias 2008). Los grupos menos dominantes son Ostracoda, Foraminifera y las larvas nauplio.

Valor de Importancia Ecológica.

En la temporada de secas 2008 el grupo que presentó una mayor importancia ecológica (VIE) dentro de la comunidad zooplanctónica del SLM fueron las larvas de peces con el 78.07%, seguido de Calanoida con el 65%; mientras que los grupos menos influyentes en la comunidad fueron las larvas cypris con el 2.08% y Ctenophora con el 1.74% (Fig. 48).

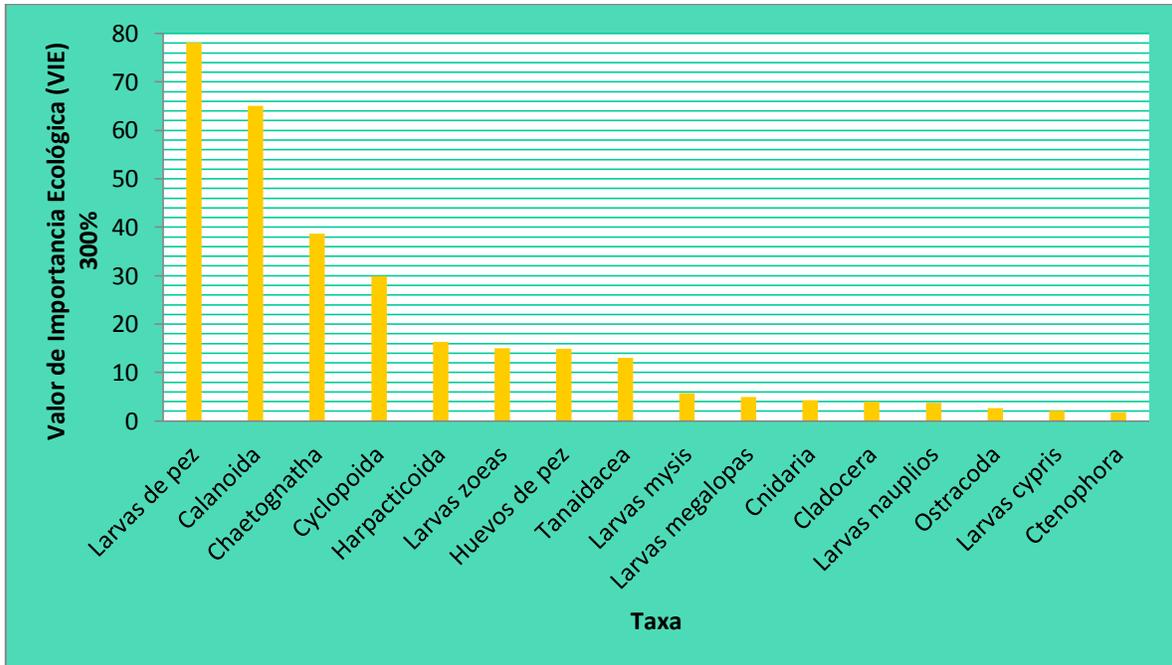


Fig. 48. Valor de Importancia Ecológica de los taxa del SLM, secas 2008.

Para la temporada de lluvias 2008 en el SLM el grupo que presentó un mayor valor de importancia ecológica dentro de la comunidad fue Calanoida con el 82.79%, mientras que los grupos con menor valor de importancia dentro de la comunidad fueron Ostracoda y Chaetognatha con el 1.25% (Fig.49).

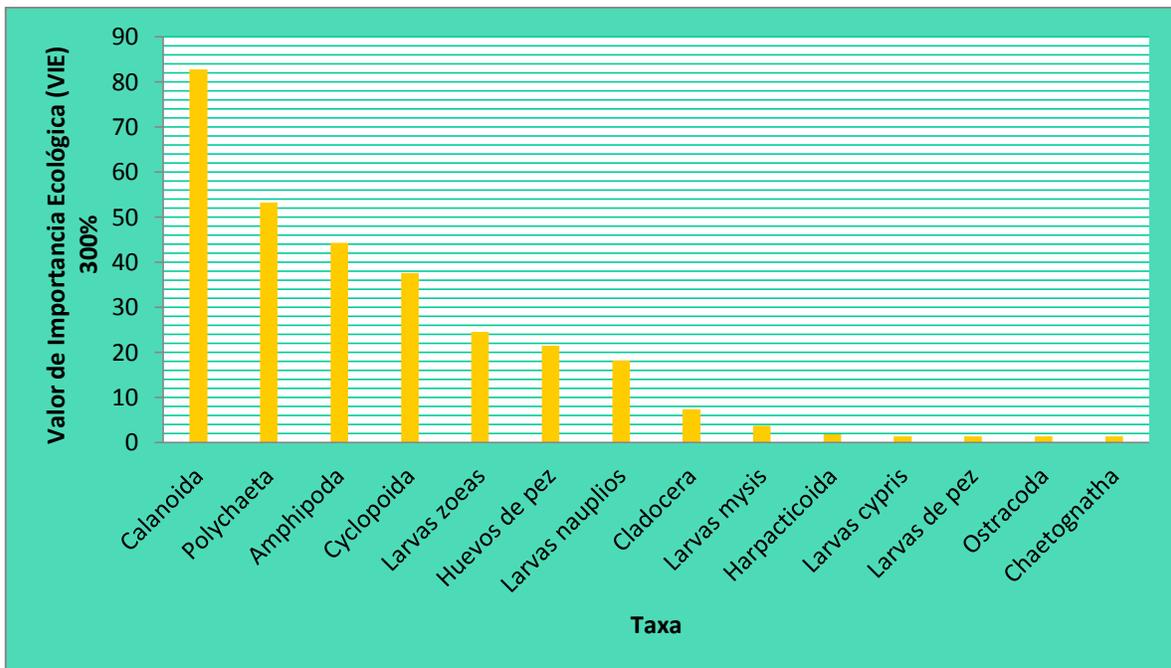
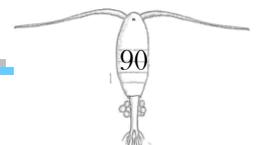


Fig. 49. Valor de Importancia Ecológica de los taxa del SLM, lluvias 2008.

En la temporada de secas 2009 en el SLM el taxa que presentó un mayor valor de importancia ecológica dentro de la comunidad fue Calanoida con el 116.88%, mientras que el taxa con menor valor de importancia fueron Rotifera con el 0.95% y Foraminifera con el 0.93% (Fig. 50).



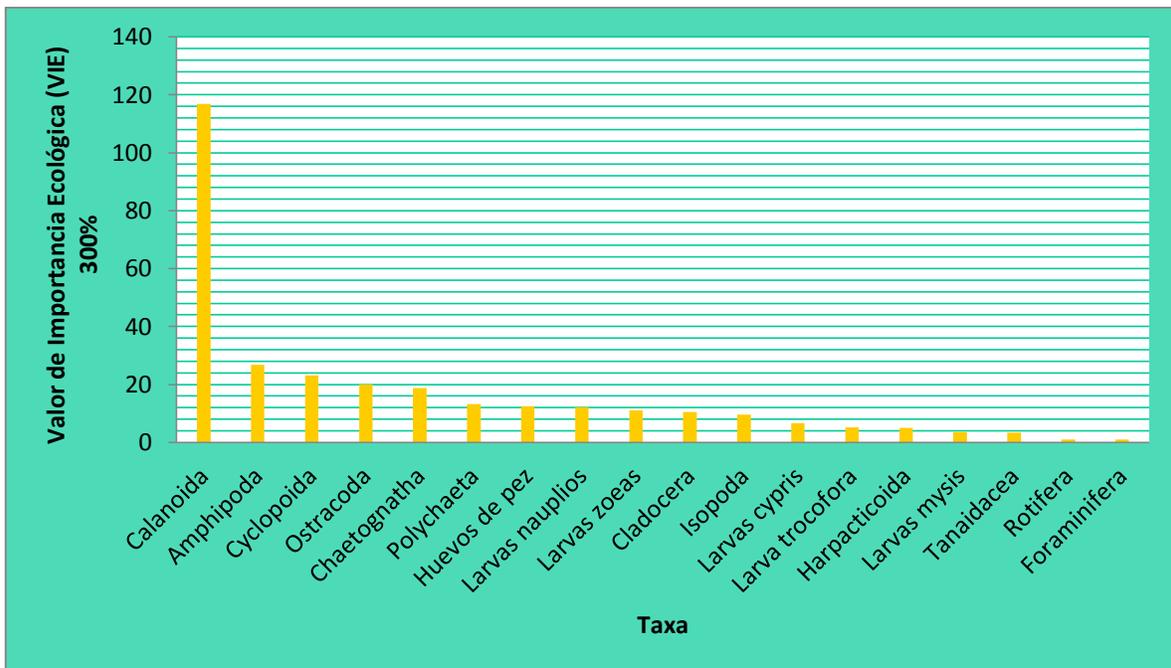
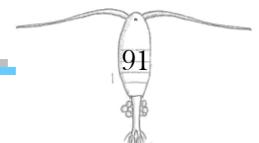


Fig. 50. Valor de Importancia Ecológica de los taxa del SLM, secas 2009.

El taxa que presentó una mayor importancia ecológica dentro de la comunidad zooplanctónica del SLM en la temporada de secas 2010 fue Calanoida con el 136.09%; mientras que el grupo menos influyente en dentro de la comunidad fueron Foraminifera con el 1.52%, Bivalvia con el 1.50% y Ostracoda con el 1.39% (Fig. 51).



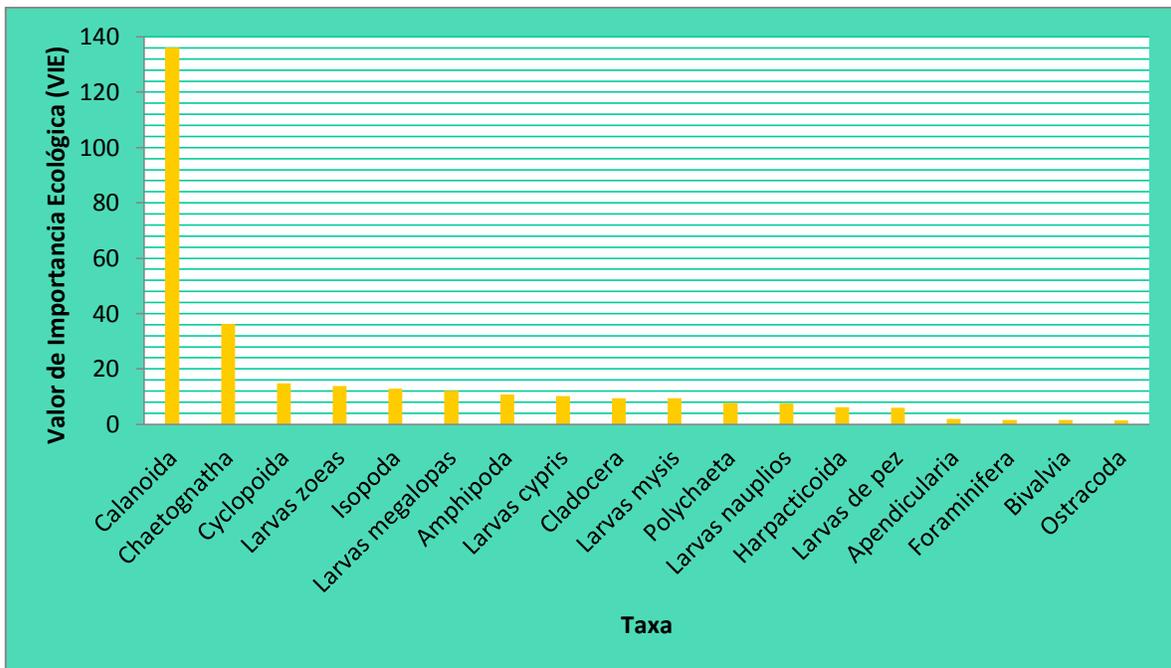
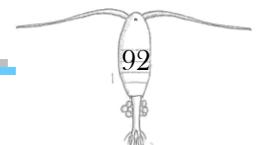


Fig. 51. Valor de Importancia Ecológica de los taxa del SLM, secas 2010.

El taxa Calanoida fue el que presentó mayor valor de importancia ecológica en la mayoría de las temporadas, con un valor máximo de 136.09% en la temporada de secas 2010 y como valor mínimo de 65% en la temporada de secas 2008, en la cual el grupo con mayor valor de importancia fueron las larvas de peces con el 78.07%.





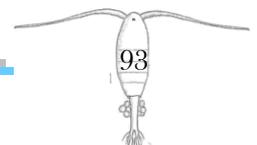
Diversidad ecológica.

En la temporada de secas 2008 la diversidad (H') promedio estimado fue de 1.2478 bits/ind (0.3756 decits/ind). Para esta temporada se estimó una diversidad mínima de 0 (en estos casos sólo se presentó un grupo zooplanctónico en el lugar de muestreo) al noreste de la laguna La Redonda y a sur de la laguna La Larga (estación 13 y 17 respectivamente) y una diversidad máxima de 1.9183 bits/ind con una equitatividad (J') de 0.96 en la boca del sistema (estación 20) (Fig. 52 y 56-A).

La diversidad promedio estimado la temporada de lluvias 2008 fue de 1.4698 bits/ind (0.4425 decits/ind). La diversidad más alta calculada para el sistema lagunar fue de 2.1972 bits/ind estimada en el sur de la laguna La Larga (estación 17) con una equitatividad de 0.95, mientras que el valor más bajo fue de 0.6143 bits/ind en el estero Horcones (estación 16) con una equitatividad de 0.39 (Fig. 53 y 56- B).

Se estimó en la temporada de secas 2009 una diversidad promedio de 1.3710 bits/ind (0.4127 decits/ind). El valor más alto de diversidad en el sistema para esta temporada fue de 2.5864 bits/ind en el norte de la laguna de Mandinga (estación 9) con una equitatividad de 0.78 y en el sur de la laguna La Redonda (estación 11) se obtuvo la menor diversidad, siendo esta de 0.1511 bits/ind con una equitatividad de 0.15 (Fig. 54 y 56-C).

Para la temporada de secas 2010 se estimó una diversidad promedio de 1.6540 bits/ind (0.4979 decits/ind). En la temporada se estimó la mayor diversidad de 2.4990 bits/Individuo con una equitatividad de 0.83 en el norte de la laguna de Mandinga (estación 9) y la menor de 0.6417 bits/ind con una equitatividad de 0.20 al suroeste de la laguna La Redonda (estación 15) (Fig. 55 y 56-D).



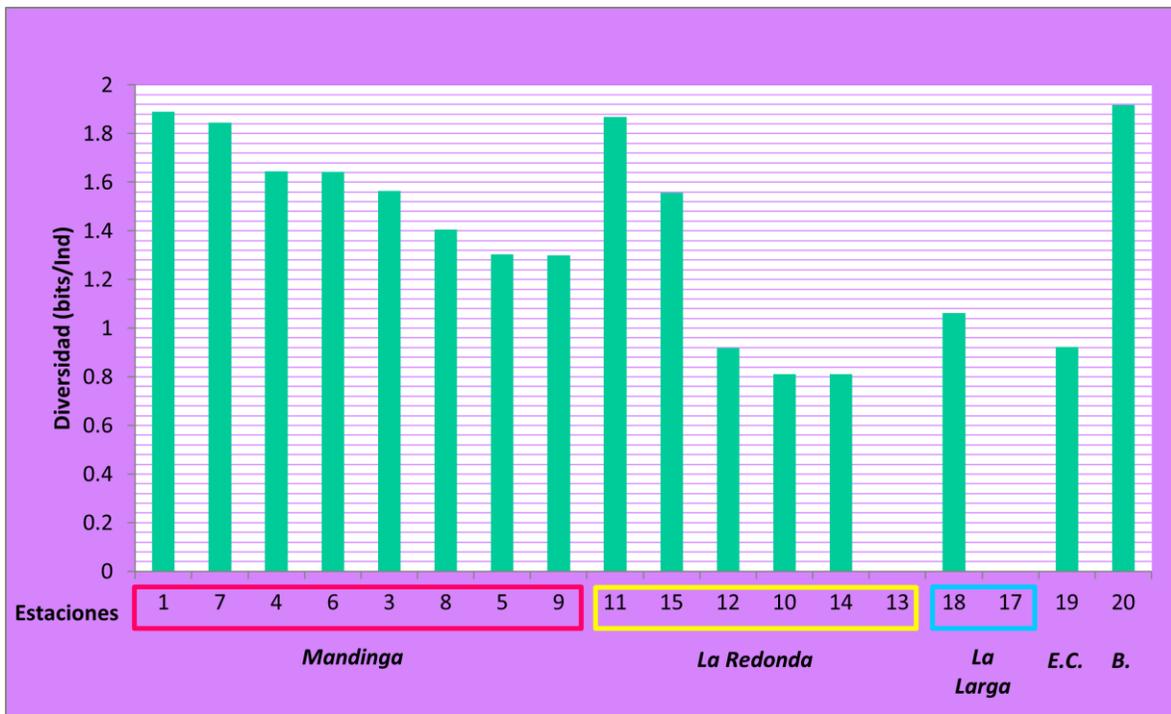


Fig. 52. Diversidad ecológica estimada del SLM en la temporada secas 2008.

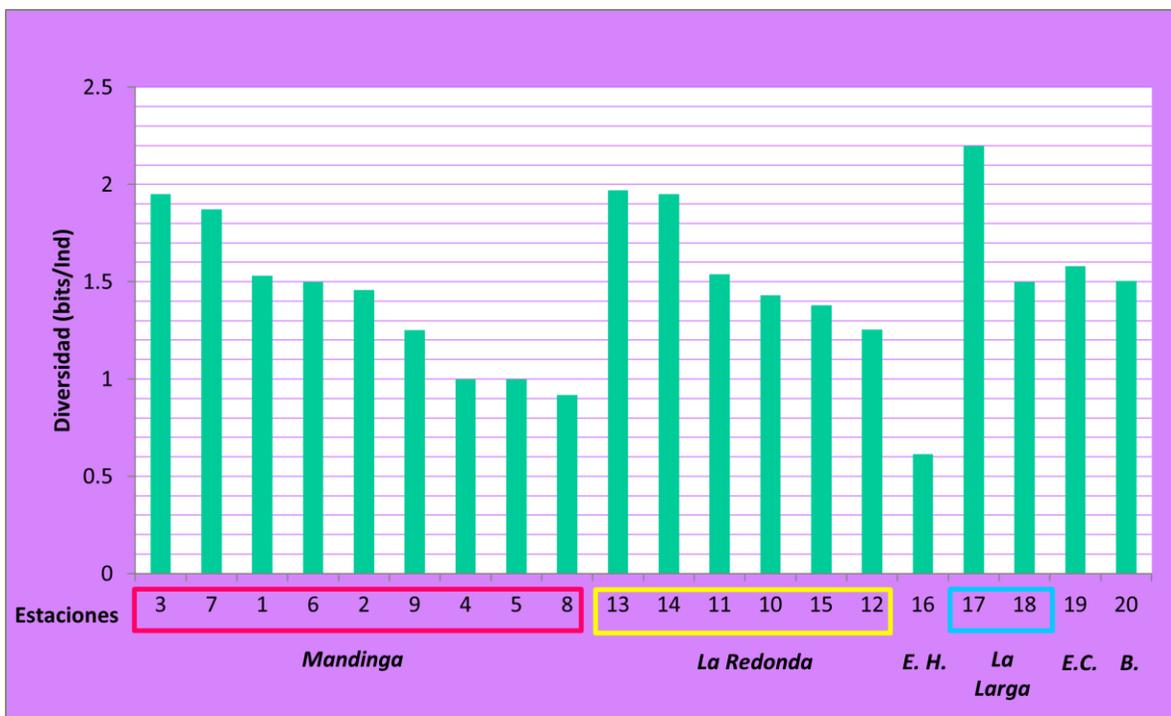
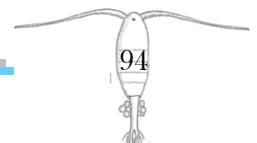


Fig. 53. Diversidad ecológica estimada del SLM en la temporada lluvias 2008.



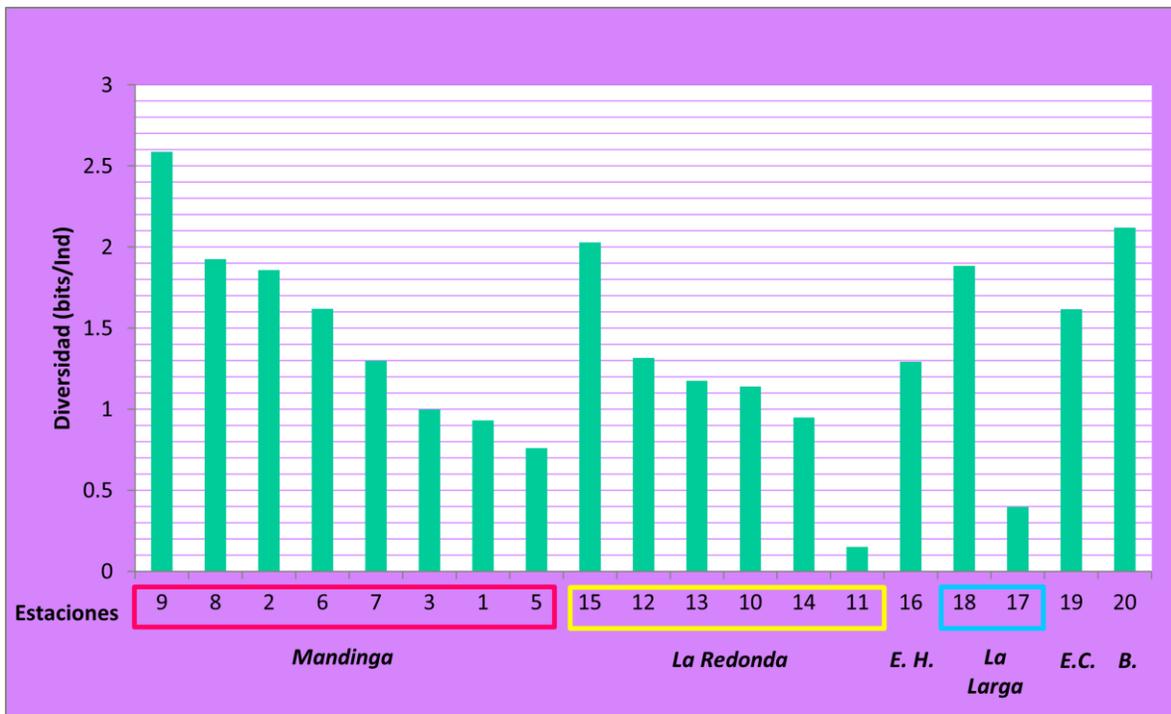


Fig. 54. Diversidad ecológica estimada del SLM en la temporada secas 2009.

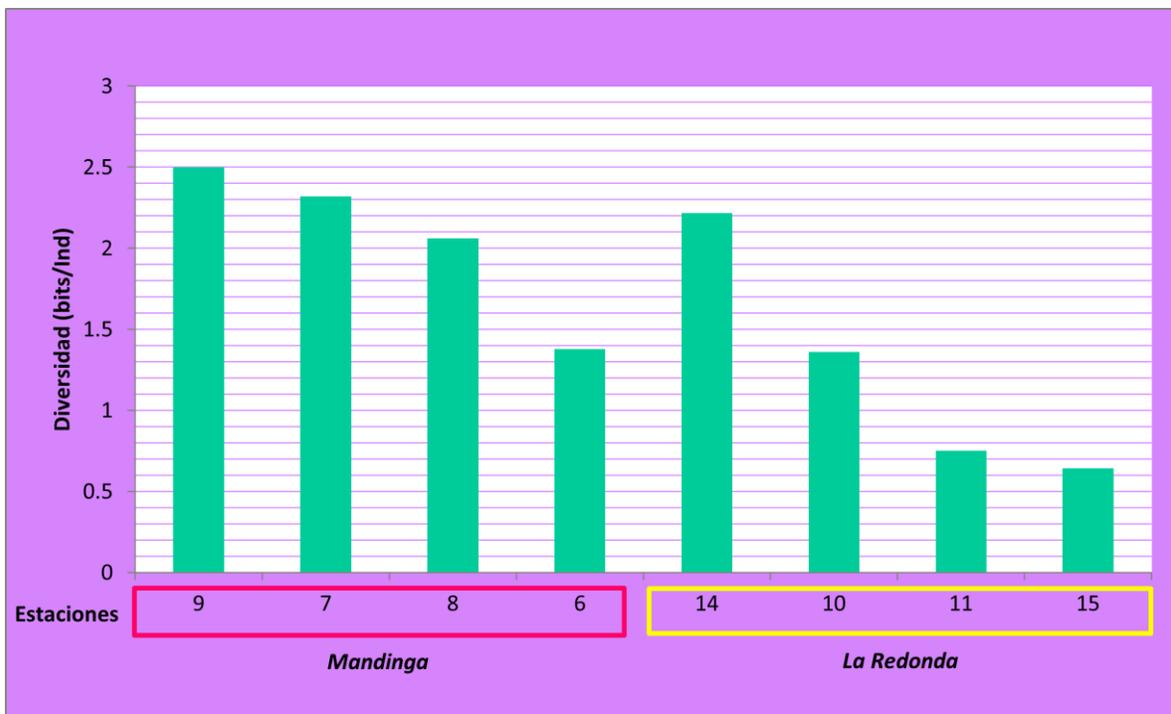
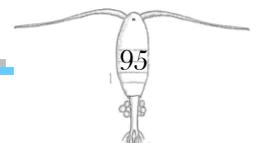


Fig. 55. Diversidad ecológica estimada del SLM en la temporada secas 2010.



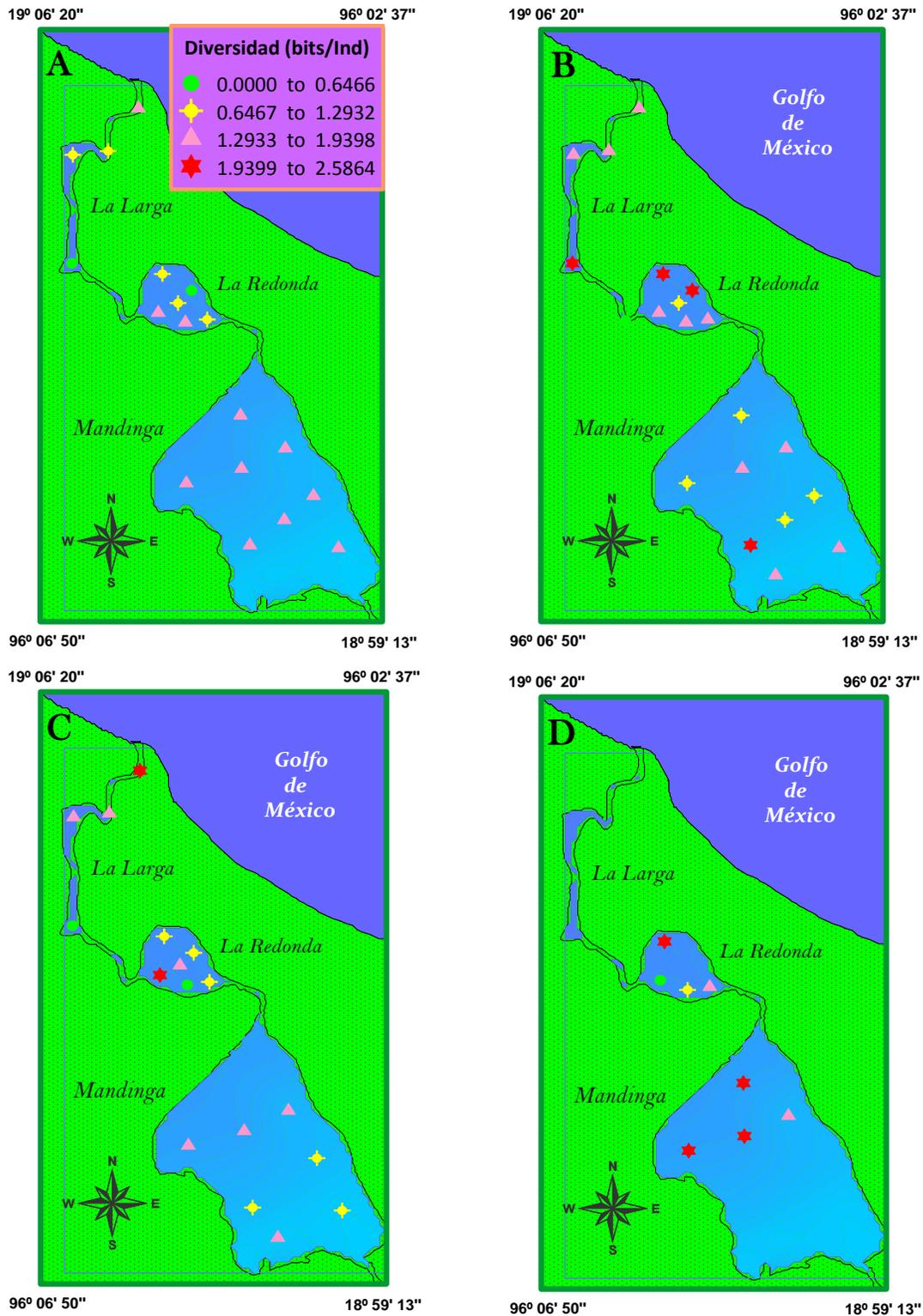


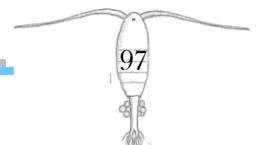
Fig. 56. Distribución de la diversidad (bits/ind) en el SLM:
A. Secas 2008 B. Lluvias 2008 C. Secas 2009 D. Secas 2010.



La diversidad del SLM osciló entre 1.2478 y 1.6540 bits/ind; presentó la mayor diversidad en la temporada de secas 2010 y la menor en la temporada secas 2008 (Fig. 56 y 57).



Fig. 57. Diversidad ecológica estimada del SLM en las diferentes temporadas.



Clasificación y Ordenación.

Temporada 2008 secas. El fenograma de la figura 58 nos refleja que existen diferencias en cuanto a la densidad y la presencia de los organismos en el suroeste del SLM (estación 3) y el resto del sistema lagunar. El grupo 1 presentó la densidades más altas en todo el sistema lagunar para esta temporada, además de que tiene una mayor presencia de los grupos zooplanctónicos (8 taxa). En el grupo 2 se presentan las estaciones que tienen las menores densidades (ind/100 L) de los taxa zooplanctónicos y la ausencia de varios grupos (2 a 6 taxa presentes en cada estación). En el grupo 1 la densidad más alta estuvo representada por el grupo Chaetognatha mientras que en el grupo 2 la mayor densidad estuvo representada por el grupo Calanoida, siendo esta la más alta en SLM para esta temporada.

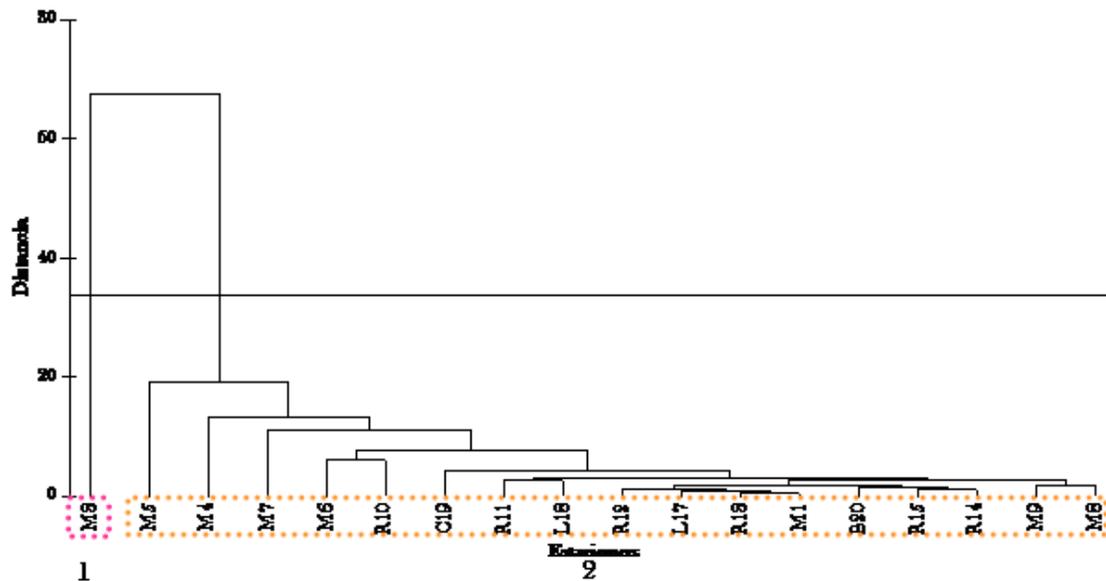


Fig. 58. Fenograma de Distancia Euclidiana de las estaciones de muestreo en el año 2008 secas, basada en la abundancia de los grupos del zooplancton del SLM.

El Análisis de Componentes Principales (PCA) para la temporada de secas 2008 (Tabla 3) resalta que el primer componente principal ambiental (CP1) es el oxígeno disuelto, el cual explica el 51.6% de la variación de los datos. El CP2 resultó ser la transparencia, explicando con esta el 67.7% de la variación, el CP3 corresponde a la velocidad de corriente estableciéndose una variación acumulada de 80.6% (Fig. 59).

Tabla 3. Eigenvectores resultantes del análisis de Componentes Principales que afectan a variabilidad en el SLM, 2008 secas.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Corrientes	-0.388	-0.214	0.608	0.378	0.517
Transparencia	-0.270	-0.749	-0.497	-0.201	0.147
Temperatura agua	0.494	-0.162	-0.004	-0.223	0.630
Oxígeno disuelto	0.523	0.173	-0.144	0.133	0.314
Salinidad	-0.351	0.420	-0.597	0.418	0.364
Color agua	0.369	-0.401	-0.082	0.758	-0.289

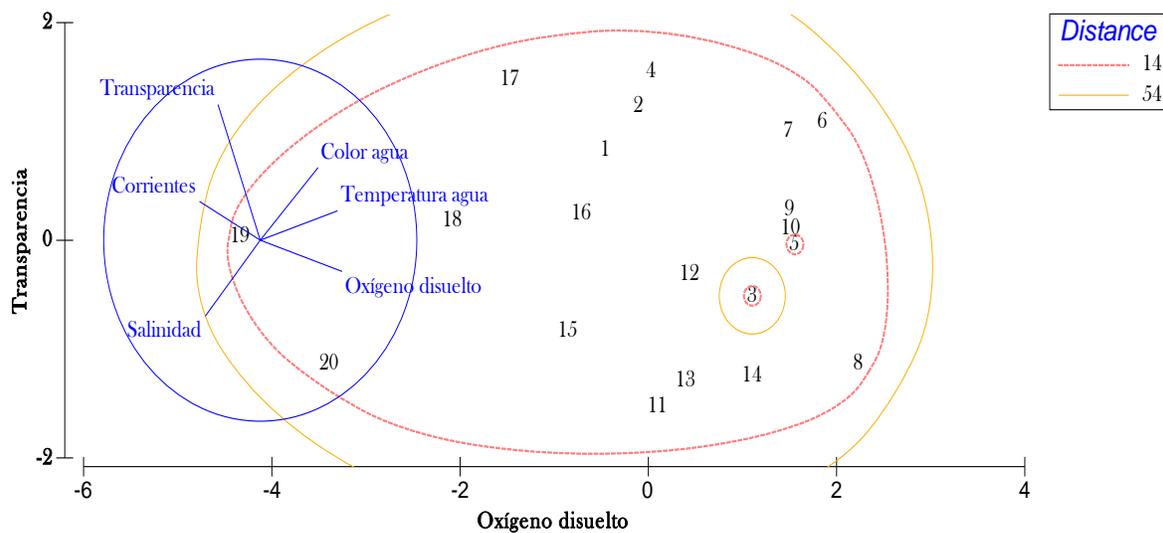


Fig. 59. Diagrama de ordenación (PCA), en donde se representan los vectores de los parámetros fisicoquímicos y la distancia euclidiana de la temporada 2008 secas.

Temporada 2008 lluvias. El fenograma de la figura 60 nos refleja que existen diferencias en cuanto a la densidad de los organismos en la desembocadura del SLM (estación 20), el noroeste de la laguna La Redonda (estación 14), el centro de esta misma laguna (estación 12), y el resto del sistema lagunar. En el grupo 4 se presentan las estaciones que tienen las menores densidades (ind/100 L) de los grupos zooplanctónicos, mientras que los grupos 1, 2 y 3 son los que presentaron las densidades más altas en todo el sistema lagunar para esta temporada. Sin embargo, en el grupo 3 la densidad más alta estuvo representada por el

orden Cyclopoida seguido del Calanoida en comparación con los grupos 1 y 2 que la mayor densidad estuvo representada por el grupo Calanoida. El grupo 2 se diferencia también porque la densidad de Amphipoda también fue alta, mientras que en el grupo 1 se presentó la densidad más alta del orden Calanoida en todo el sistema lagunar.

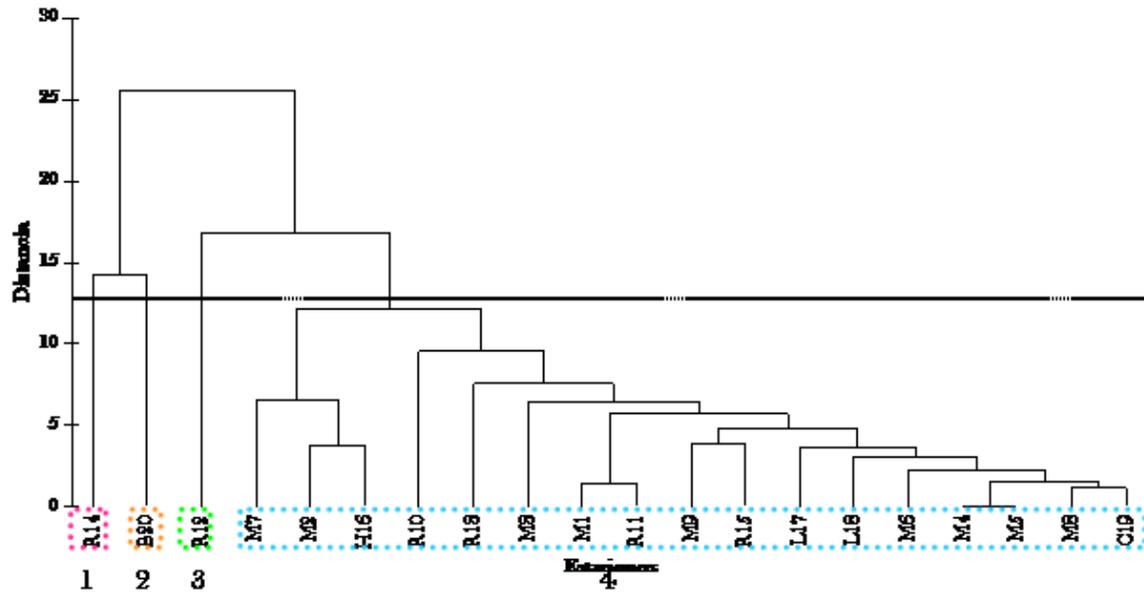


Fig. 60. Fenograma de Distancia Euclidiana de las estaciones de muestreo en el año 2008 lluvias, basada en la abundancia de los grupos del zooplancton del SLM.

El PCA para la temporada de lluvias 2008 (Tabla 4) muestra que el CP1 es la temperatura del agua, la cual explica el 40.1% de la variación de los datos. El CP2 resultó ser el color del agua, explicando con este el 60.5% de la variación, el CP3 corresponde a la transparencia explicando con este el 77.1% de la variación, mientras que la variación acumulada de 90.7% se obtiene considerando un CP4, que es el oxígeno disuelto (Fig. 61).



Tabla 4. Eigenvectores resultantes del análisis de Componentes Principales que afectan a variabilidad en el Sistema Lagunar de Mandinga, 2008 lluvias.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Corrientes	0.506	0.202	-0.403	0.208	0.548
Transparencia	0.390	0.218	0.667	-0.315	0.410
Temperatura agua	-0.559	0.023	-0.202	0.161	0.654
Oxígeno disuelto	-0.064	0.644	0.254	0.686	-0.207
Salinidad	0.525	-0.240	-0.301	0.279	-0.165
Color agua	0.010	-0.662	0.445	0.531	0.184

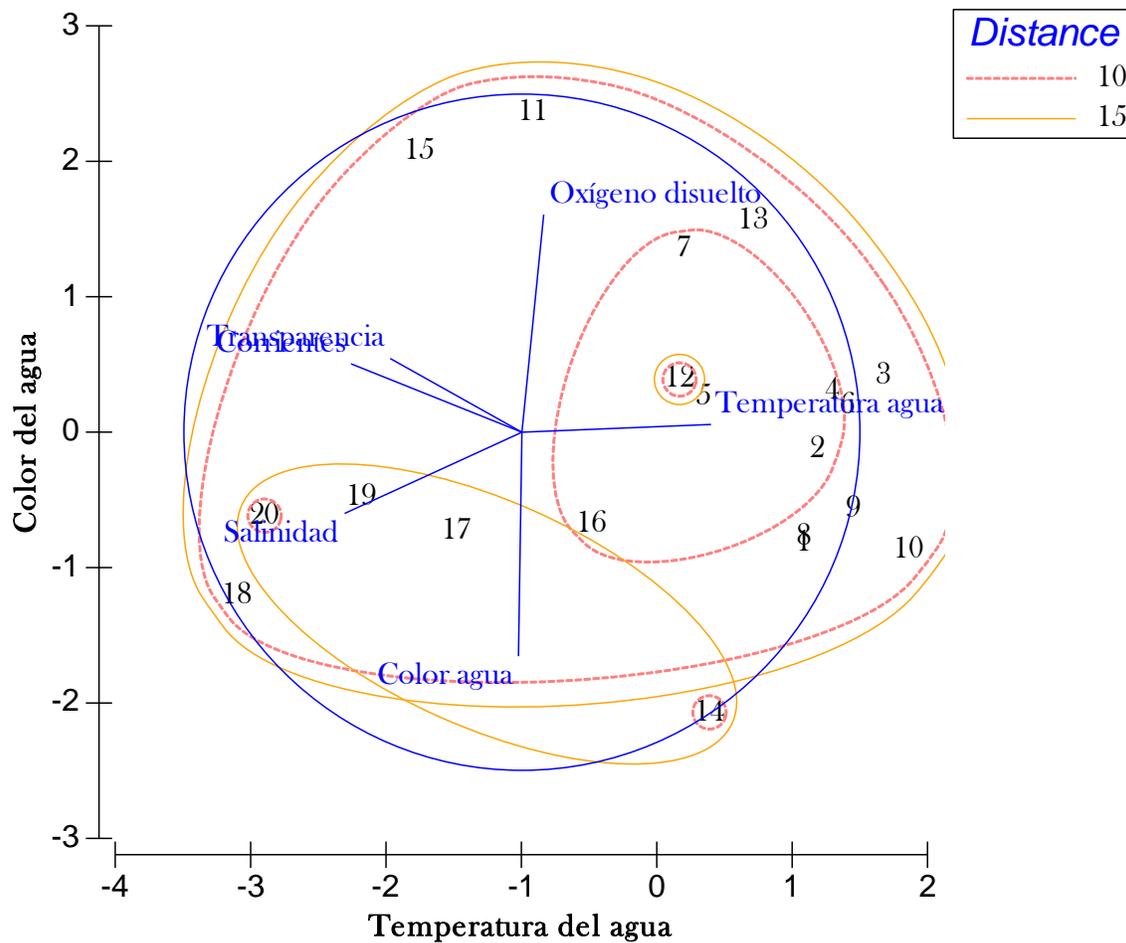
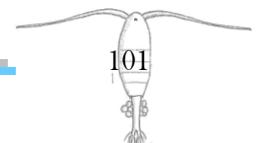


Fig. 61. Diagrama de ordenación (PCA), en donde se representan los vectores de los parámetros fisicoquímicos y la distancia euclidiana de la temporada 2008 lluvias.



Temporada 2009 secas. El fenograma de la figura 62 representa que existen diferencias en cuanto a la densidad de los organismos en el noreste de la laguna la Larga (estación 19), el estero Horcones (16) y el noreste de la laguna de Mandinga (estación 6) y el resto del sistema lagunar. En el grupo 3 se caracteriza por presentar bajas densidades (ind/100 L) de los grupos zooplanctónicos, mientras que los grupos 1 y 2 son los que presentaron mayor densidad en todo el sistema lagunar para esta temporada. En el grupo 1 y 2 se encontró una alta densidad del orden Calanoida, sin embargo el grupo 1 se diferencia porque presentó la densidad más alta de este orden en todo el sistema lagunar.

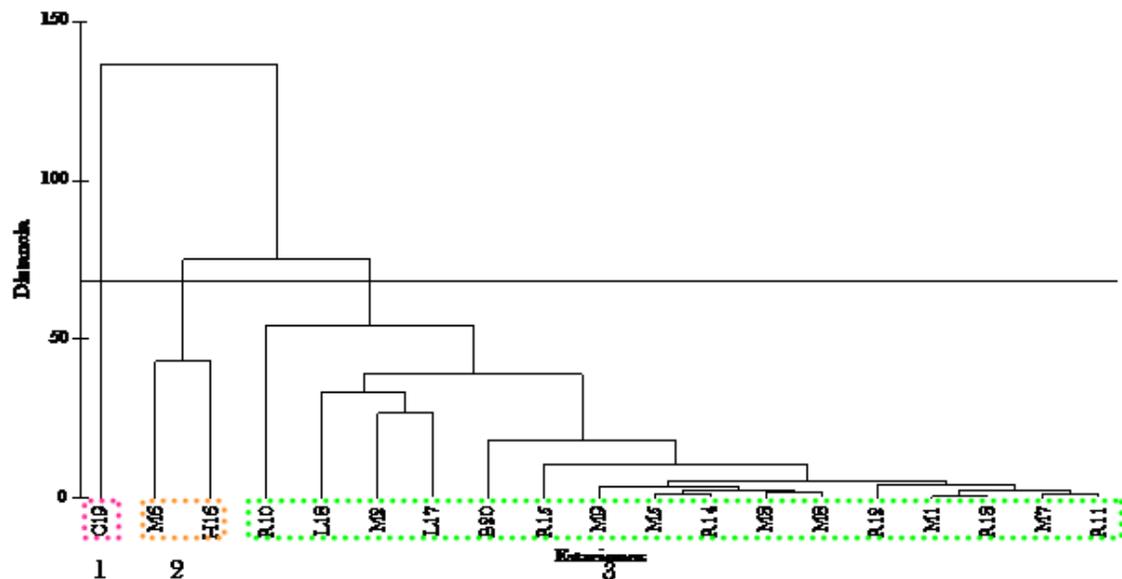


Fig. 62. Fenograma de Distancia Euclidiana de las estaciones de muestreo en el año 2009 secas, basada en la abundancia de los grupos del zooplancton del SLM.

El PCA en la temporada de secas 2009 (Tabla 5) resalta que el CP1 en el SML es la salinidad, la cual explica el 32.4% de la variación de los datos. El CP2 resultó ser el oxígeno disuelto, explicando con este el 57.7% de la variación, el CP3 corresponde al color del agua con una variación acumulada del 86%, para obtener una variación acumulada del 83.3% se obtiene considerando un CP4, que corresponde a la temperatura del agua (Fig. 63).



Tabla 5. Eigenvectores resultantes del análisis de Componentes Principales que afectan a variabilidad en el Sistema Lagunar de Mandinga, 2009 secas.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Corrientes	-0.503	-0.238	-0.298	-0.579	0.516
Transparencia	0.600	0.111	-0.164	-0.320	0.165
Temperatura agua	0.068	-0.556	-0.490	0.615	0.215
Oxígeno disuelto	0.078	-0.692	0.078	-0.367	-0.611
Salinidad	0.610	-0.119	-0.116	-0.195	0.272
Color agua	0.060	-0.360	0.791	0.104	0.462

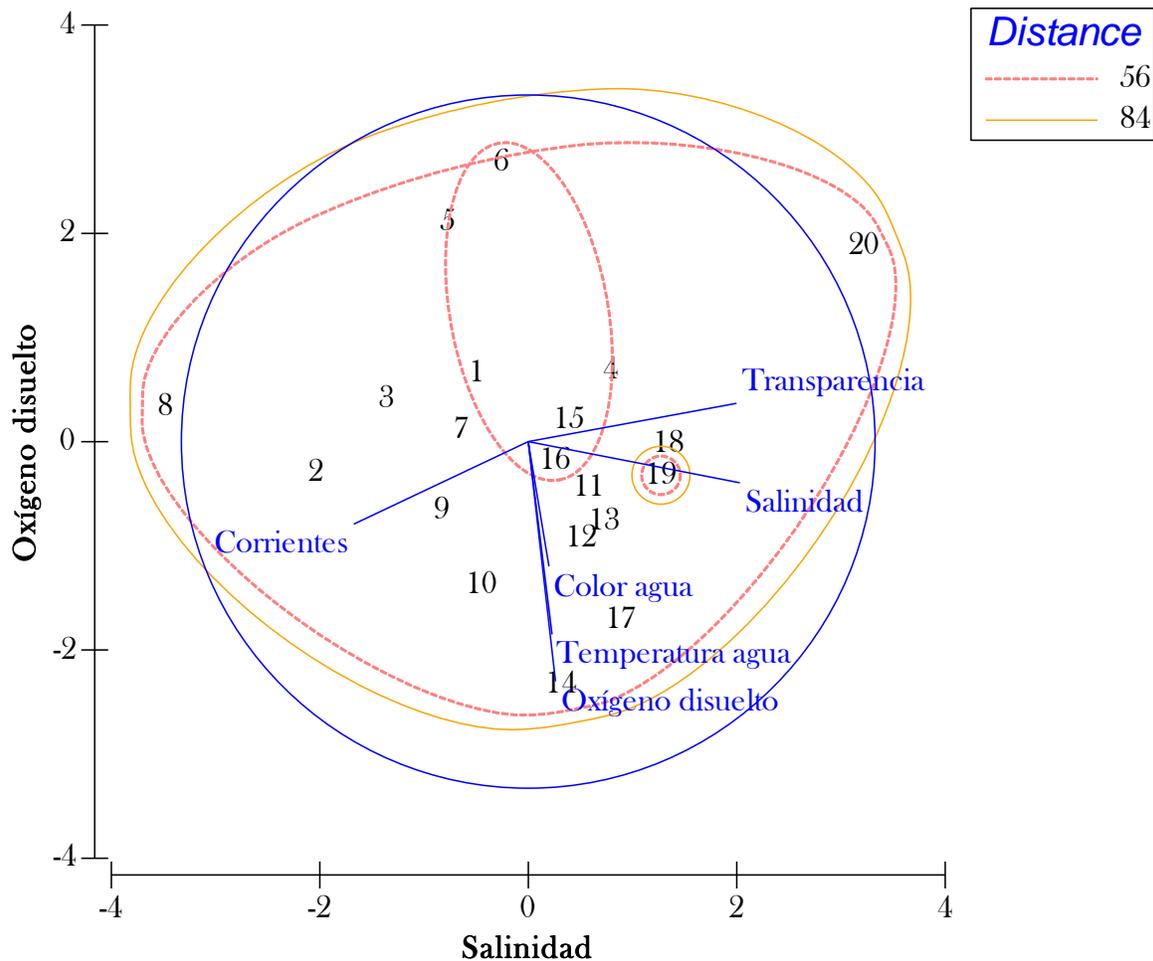
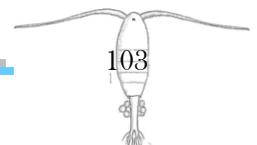


Fig. 62. Diagrama de ordenación (PCA), en donde se representan los vectores de los parámetros fisicoquímicos y la distancia euclidiana de la temporada 2009 secas.



Temporada 2010. El fenograma de la figura 64 nos refleja que existen diferencias en cuanto a la densidad de los grupos zooplanctónicos en el suroeste de la laguna La Redonda (estación 15) y el resto del sistema lagunar. en el grupo 1 se está la estación que presentó la densidad más alta en todo el sistema lagunar para esta temporada, mientras que en el grupo 2 se presentan las estaciones que tienen las menores densidades (ind/100 L) de los grupos zooplanctónicos. En el grupo 1 y 2 la densidad más alta estuvo representada por el orden Calanoida, sin embargo en el grupo 1 se diferencia porque presentó la densidad más alta de este orden en todo el sistema lagunar.



Fig. 64. Fenograma de Distancia Euclidiana de las estaciones de muestreo en el año 2010 secas, basada en la abundancia de los grupos del zooplancton del SLM.

El PCA para la temporada de 2010 (Tabla 6) resalta que el CP1 en el SLM es la velocidad de corriente, la cual explica el 73.3% de la variación. El CP2 resultó ser el oxígeno disuelto, explicando con este el 86% de la variación, y el CP3 corresponde a la temperatura del agua con la cual resulta una variación acumulada del 93.7% (Fig. 65).



Tabla 6. Eigenvectores resultantes del análisis de Componentes Principales que afectan a variabilidad en el Sistema Lagunar de Mandinga, 2010 secas.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Oxígeno disuelto	0.336	-0.763	0.166	-0.380	-0.196
Corrientes	-0.441	-0.286	0.119	-0.428	0.558
Transparencia	-0.437	-0.338	0.151	0.348	-0.621
Temperatura agua	0.407	-0.158	-0.732	-0.033	-0.059
Salinidad	-0.405	-0.368	-0.511	0.388	0.279
Color agua	0.414	-0.248	0.373	0.632	0.428

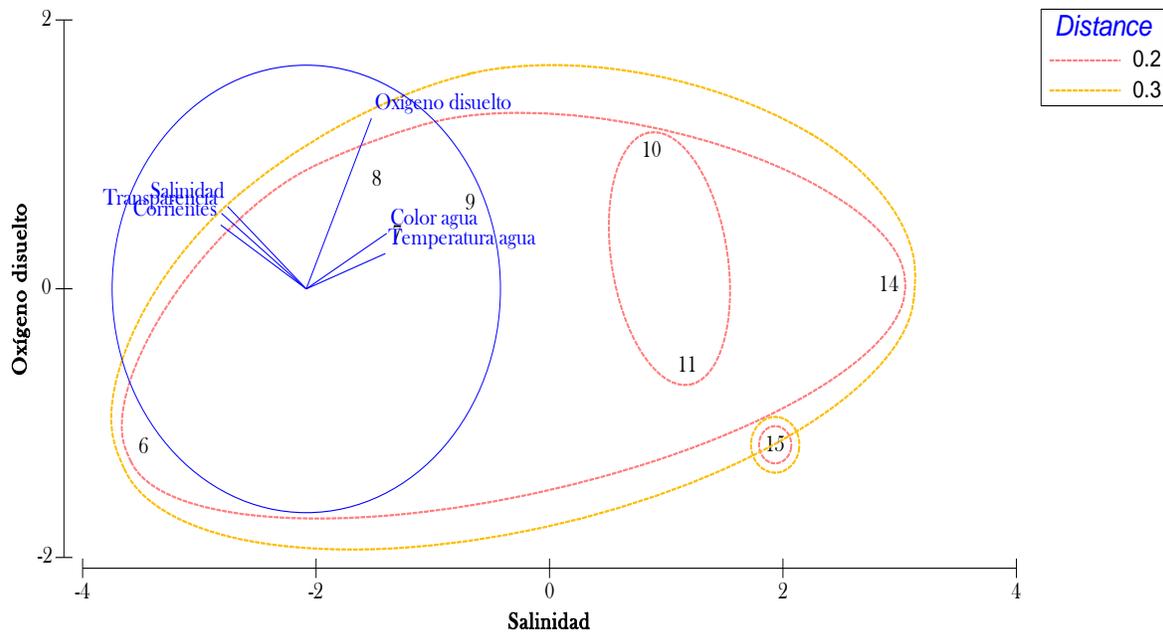
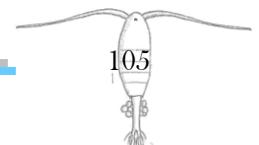


Fig. 65. Diagrama de ordenación (PCA), en donde se representan los vectores de los parámetros fisicoquímicos y la distancia euclidiana de la temporada 2010 secas.





Discusión

De acuerdo a los intervalos de temperatura observados durante todas las temporadas muestreadas se clasifica a este sistema lagunar como cálido (INEGI, 2009). De acuerdo con Contreras-Espinosa (2002), este sistema lagunar tiene una condición hiperóxica de acuerdo a su concentración de oxígeno disuelto (>5 mg/L). El sistema lagunar con respecto a la salinidad se clasifica en polihalino en las temporadas de secas y mesohalino en la temporada de lluvias (Carriker, 1967).

En las cuatro temporadas (secas y lluvias 2008 y secas 2009 y 2010) el color del agua, según la escala Forel-Ule, se registró en un intervalo de XII-XVIII. Esto nos indica, según Wernand y Woerd (2010), es un cuerpo de agua productivo; observándose en la laguna La Redonda los números más altos en todas las temporadas

Los diferentes grupos que constituyen el zooplancton presentan un comportamiento temporal y estacional que se encuentra en relación estrecha con factores abióticos, su Distribución de la abundancia (g/100 L) reflejan también la distribución de las propiedades del medio o de otras poblaciones con las que coexiste (Nava, 1985 citado por Perea, 2006). Los factores físicos juegan un papel importante en la estructura y la dinámica de las comunidades plánticas; esto se refleja en patrones de abundancia y diversidad a través del tiempo y el espacio (Perea, 2006).

Las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espacio-temporales tanto en lo referente a su composición como en su biomasa. Las variaciones son cíclicas, de manera que la propia estructura de la comunidad y la dinámica particular de los grupos faunísticos y florísticos que habitan en este tipo de sistemas se han adaptado a estas condiciones (De la Lanza y Cáceres, 1994). Es común que en latitudes con estacionalidad marcada se presenten bajas biomasa zooplanctónicas en invierno y un incremento significativo en primavera (Turner, 1982). En latitudes tropicales (correspondiente al SLM), las épocas climáticas de lluvias, secas y nortes son determinantes en las fluctuaciones de la biomasa zooplanctónica;

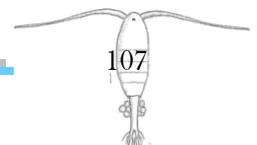


los meses de lluvias y nortes comúnmente favorecen su incremento (Gómez-Aguirre, 1974; Monroy-García, 1978). En el SLM, fue en la temporada de secas 2009 donde se presentó la mayor biomasa del zooplancton y no en lluvias 2008, probablemente esto puede ser alterado por el dragado que se estaba realizando en el canal de comunicación en la temporada de lluvias.

Existe una alta variabilidad del sistema en términos de salinidad y/o temperatura. Esto tiene como consecuencia que las especies o grupo mejores adaptados sean ecológicamente dominantes (como es el caso de los copépodos y particularmente de los calanoides en el SLM); éstos representan una contribución mayor en términos de biomasa, por lo que también su relevancia trófica es mayor. Frecuentemente, estas especies son perennes, es decir, permanecen en el sistema con formas adulta durante todo el año; sin embargo, otras especies poseen formas de invierno (a menudo estadios juveniles, no reproductivos) que les permiten transitar por épocas difíciles o desfavorables para la especie, manteniéndose vigente su presencia en el sistema (De la Lanza y Cáceres, 1994).

En las lagunas costeras es posible caracterizar procesos de sucesión en el zooplancton; dependiendo de las condiciones y tipo de sistema, esta sucesión tiene su propia periodicidad y características; a menudo son especies del mismo género las que comparten anualmente la dominancia y se sustituyen mutuamente a lo largo del ciclo anual (p. ej. El copépodo *Acartia clausi* frecuentemente sustituye a *A. tonsa* (Margalef, 1969). Por lo que podemos explicar con esto la alta frecuencia de los calanoides en el SLM durante todas las temporadas de estudio.

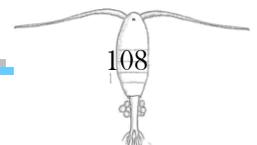
Los copépodos son el componente más importante en la mayoría de las lagunas costeras estudiadas en México (Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre, 2000). En el complejo lagunar de Términos, Campeche, éstos varían entre el 50 y el 64% del zooplancton (Monroy-García, 1987). Gómez-Aguirre (1975), observó que la predominancia normal del grupo de los copépodos fue bien manifiesta en su estudio, determinándose proporciones del 70-90% de la composición total del zooplancton, incluyéndose altas ocurrencias de nauplios y





copepoditos. Todas las especies fueron de ambientes marinos o estuarinos. Se observó una importante variación temporal con densidades elevadas durante enero y junio y menores en el resto de los muestreos. Por otro lado Gil (1995), encontró a Copepoda y Chaetognatha como los grupos más destacados que se postulan como los grupos dominantes, mientras que Cabral (2007), en su estudio sobre la hidrología y la variación espacio temporal del zooplancton del Sistema Lagunar de Sontecomapan, Veracruz obtuvo a Copepoda igualmente como el grupo que presentó mayor densidad, frecuencia relativa y valor de importancia ecológica en las temporadas de secas y lluvias 2005 y secas 2006. En el presente trabajo se obtuvo al orden Calanoida de la Clase Copepoda con los porcentajes más altos de densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia ecológica, lo que estaría acorde con el trabajo anterior, con excepción en la temporada de secas 2008, que si bien Calanoida obtuvo un alto valor de importancia, las larvas de peces obtuvieron un valor más alto, sin embargo, esto fue por considerar la biomasa en el cálculo de dominancia. Los copépodos son los consumidores primarios más numerosos de casi todos los cuerpos de agua oceánicos y continentales costeros (Boltovskoy, 1981), constituyendo aproximadamente la mitad de la biomasa del zooplancton, aunque lo más frecuente es que representen porcentajes entre 75-90% en regiones oceánicas y costeras (Suárez, 1990), por lo que no es raro encontrarlos como los más abundantes. Además en las lagunas costeras el ritmo de reproducción de las especies de copépodos es acelerado, por lo que es frecuente encontrar copepoditos en elevadas cantidades durante ciertas épocas. Britton y Merton (1989) describen a los copépodos de las lagunas como “oportunistas”, ya que esperan las condiciones óptimas para reproducirse rápidamente.

En Chelem las dos especies dominantes fueron del grupo de los calanoides mientras que en Mecoacán fue un calanoide y un ciclopoide, con las menores abundancias en agosto (Sánchez, 2009). En el SLM el grupo dominante fue el grupo Calanoida en las temporadas de secas 2009 y 2010 pero en secas 2008 fueron las larvas de peces, los chaetognatos y posteriormente los calanoides (esto porque la biomasa de las larvas de peces y los chaetognatos fue mayor que la de los copépodos), mientras que en lluvias los poliquetos y anfípodos y posteriormente los calanoides (esto porque en lluvias hay una mayor mezcla del

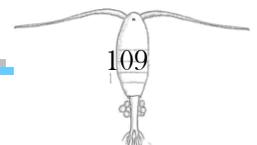




agua con el sustrato y algunos organismos bentónicos quedan suspendidos en la columna de agua); en todas las temporadas el grupo Cyclopoida también se mantuvo dentro de los grupos más densos, con mayor frecuencia y valor de importancia, pero respecto a su biomasa no fue muy alta por lo que no está entre los grupos más dominantes en algunas temporadas. Con respecto a los harpacticoides, algunas especies de este orden son organismos bentónicos o hiperbentónicos que raspan la comida del fondo o son comedoras de detritos, y esporádicamente se pueden integrar al plancton (Boltovskoy, 1981). También hay algunas especies planctónicas; el harpacticóide más común en el plancton de las aguas someras y protegidas es *Euterpina acutifrons*; se le encuentra tanto en aguas de baja salinidad como en zonas de manglar, con elevadas salinidades.

En el trabajo de Cabral (2007), determinó que los copépodos estuvieron más ampliamente distribuidos, en contraste si bien los copépodos fueron muy frecuentes en el SLM observamos en los mapas de distribución que no son homogéneos, es decir, se localizaron áreas de mayor concentración. De manera general, la distribución del zooplancton no se presentó de manera uniforme sino en parches, este comportamiento es normal para este tipo de ambiente lagunares-estuarinos (De la Lanza y Cáceres, 1994).

Entre temporada de lluvias y secas se encuentran variaciones espaciales. Regularmente la distribución del zooplancton está determinada por la salinidad, pero en la laguna de Sontecomapan la salinidad mostró un comportamiento homogéneo por temporada climática, por lo que los parámetros determinantes fueron oxígeno disuelto y la temperatura, esto concuerda con lo encontrado por Day y Yañez-Arancibia (1982). Gil (1995), en cuanto a las distribuciones de los grupos zooplanctónicos, determinó que estaban regidas muy probablemente por los efectos combinados de la salinidad y la temperatura, influyendo con mayor fuerza la salinidad, que quizá por ser el parámetro más conservativo y cualquier variación en él nos da un efecto mayor sobre los organismos, también explica que la salinidad (en combinación de alguna manera con la temperatura) fue el factor limitante de la abundancia y por lo tanto limitante de la distribución de los organismos en el área de estudio, reforzándolo con un coeficiente de correlación simple, el cual señala la posible existencia de

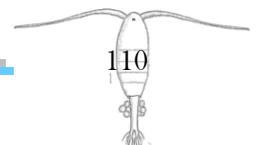




una relación inversamente proporcional entre la abundancia y biomasa de los organismos y la salinidad, en todos los casos. Con base en el PCA se determinó que el CP1 está asociado a la combinación de la temperatura/salinidad con una predominancia quizá de la temperatura, obteniéndose los máximos valores en los grupos Copepoda, Ostracoda, Siphonophora, larvas de peces, Chaetognatha y Polychaeta. En el SLM la salinidad sólo se determinó como CP1 en la temporada de secas 2009 (esto porque hubo una mayor variación de este parámetro en el sistema durante esta temporada), esto estaría relacionado con lo anterior, puesto que el oxígeno fue el factor con mayor presencia dentro de los componentes principales principalmente en las temporadas de secas (CP1: secas 2008 y CP2: secas 2009 y secas 2010) en los años de estudio, y con respecto a los grupos dominantes se difiere en algunos grupos, como los ostrácodos (los cuales fueron de los menos abundantes y dominantes).

De manera general la temperatura afecta la tasa metabólica de los organismos y sobre los procesos biológicos como los son: comportamiento, reproducción, distribución y crecimiento entre otros. En cuanto a las variaciones de salinidad son las que adquieren mayor importancia, ya sea porque afectan las características del medio, fundamentalmente los procesos de transporte de materia, velocidad de sedimentación, estratificación, flujo y mezcla (Rocha, 1983). Con respecto al oxígeno, la mayor parte de estos organismos están fisiológicamente adaptados a grandes fluctuaciones de este gas. Sin embargo, puede ser utilizado como un índice de la producción primaria de la comunidad (al igual que el color del agua). De acuerdo a lo anterior puede observarse que las variaciones en la concentración de oxígeno disuelto, son más bien locales, que de tipo estacional, aunque en general la temperatura y la salinidad afectan inversamente la solubilidad del oxígeno (Rocha *op. cit.*). Otro parámetro que se consideró entre los componentes principales fue la transparencia, la cual es una medida indirecta de la turbiedad, que es un factor de suma importancia en el medio acuático, pues restringe la producción primaria.

Por la anterior, también es posible que la distribución de los copépodos suceda hacia las zonas más protegidas, como son las márgenes, en zonas con cierta temperatura, o cerca de áreas de manglar. Álvarez-Silva (1988), encontró especies que se distribuyeron prácticamente

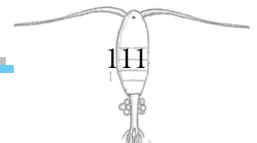




en toda la laguna (*Acartia tonsa*); otros copépodos se distribuyen preferentemente en la boca de la laguna, en la zona norte o en lugares con gran influencia dulceacuícola, mientras la mayoría de las especies poco abundantes se mantienen en valores menores a los 31 °C mientras que las más abundantes se pueden encontrar hasta cerca de los 35 °C, lo cual explicaría la influencia de la salinidad y la temperatura en la distribución de los copépodos.

Gómez-Aguirre (1975), señala que durante el mes de agosto, las elevadas concentraciones de clorofila α y los bajos números de copépodos presentes podrían indicar un importante control del fitoplancton de la laguna por parte de los copépodos. En consideración del color del agua podemos decir que el SLM productivo y que efectivamente en el mes de agosto (lluvias 2008) se observaron las densidades más baja de copépodos, lo que estaría de acuerdo también con Sánchez (2009), pero también se observaron bajas densidades en el mes de abril (secas 2008 y secas 2010). Por lo anterior, es que podemos citar a Contreras (1993), el cual dice que los factores que regulan la composición del zooplancton estuarino son principalmente tres, el primero es la temperatura, relacionada íntimamente con la reproducción, el segundo es el alimento, no todo el sustento alimenticio del zooplancton está basado en su consumo de formas fitoplanctónicas; se ha calculado que el zooplancton consume solamente entre el 5 y el 13% del fitoplancton, una mayor depredación sobre el fitoplancton se da en las formas macrozooplanctónicas (45%) y en las microzooplanctónicas sobre el nanofitoplancton del 80 al 90%, una fuente importante del alimento, para estos organismos, lo constituyen los detritus; y por último la depredación, la cual parece ser la mayor fuerza controladora de las poblaciones zooplanctónicas.

Con relación a los quetognatos, Pineda (1981), efectuó un trabajo en el Atlántico sur, en el que por medio del PCA determina que para el caso de los quetognatos, el primer eje que controla la distribución y la abundancia lo representa la profundidad, el segundo la dilución y la productividad, el tercero el gradiente de salinidad. En este caso, puede haber una diferencia ya que un sistema lagunar costero tienen una dinámica diferente, aunque nos puede dar una idea general de los factores que afectan a los quetognatos y hay que hacer énfasis en la relación que tienen con otras poblaciones, ya que se ha reportado que cuando

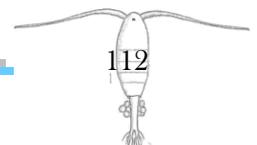




las poblaciones de copépodos aumentan, las poblaciones de quetognatos se ven favorecidas debido a que estos son su alimento principal (Ramírez-Ávila, 1997 citado por Perea, 2006), o también puede estar relacionada con la concentración de fitoplancton (Perea, 2006), lo cual también estaría relacionado con lo que dice (Contreras, 1993). Lo anterior concuerda, ya que en la temporada de secas 2008 y 2010 fue el grupo con mayor densidad después de los copépodos, mientras que en la temporada de secas 2009 fue el sexto grupo y en la temporada de lluvias 2008 se consideró dentro de los grupos con menor densidad, esto probablemente por la disminución de la salinidad, sin embargo, los quetognatos en las lagunas costeras presentan pocas especies puesto que tienen una mayor afinidad oceánica (De la Lanza y Cáceres, 1994). Los quetognatos también son depredadores de apendicularias; estas tuvieron una abundancia baja, probablemente por la depredación.

Los copépodos son el grupo más importante, siguiéndole las larvas de crustáceos y los ostrácodos, este fenómeno se observa en una gran cantidad de lagunas de Veracruz, como son: Laguna Madre, Tamiahua, Pueblo Viejo, Tampamachoco, La Mancha, Mandinga y Alvarado (Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre, 2000). En este trabajo y en lo reportado por Cabral (2007), los ostrácodos fueron de los grupos que presentaron los menores porcentajes de densidad, frecuencia, dominancia y por lo tanto de valor de importancia al igual que los poliquetos en algunas temporadas. A los ostrácodos no se les considera como un componente importante en la biomasa del zooplancton (Raymont, 1983); sin embargo, debido a sus tallas pequeñas, la abundancia de los ostrácodos en los sistemas acuáticos podría estar considerablemente subestimada cuando se utiliza una red con apertura de malla de 0.2-0.25 mm, y es posible también que ostrácodos epibentónicos o asociados a la flora marina sean recolectados en las lagunas someras por la operación del muestreo al ser removidos los fondos (De la Lanza y Cáceres, 1994). Lo anterior, podría explicar porque en este estudio los ostrácodos no fueron tan representativos, puesto que la apertura de malla utilizada fue de 363 μm y el SLM es somero.

Con respecto a los poliquetos, estos son organismos principalmente marinos, aunque existen algunas especies dulceacuícolas y salobres, y otras excepcionalmente terrestres. Entre los de



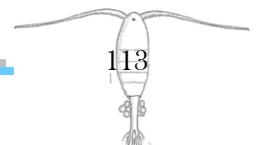


hábitos marinos, la mayoría son bentónicos, si bien los hay planctónicos (Pérès, 1968); sin embargo, es más frecuente encontrar a sus larvas o juveniles en el plancton (De la Lanza y Cáceres, 1994), con respecto a la larva trocófora sólo se presentó en la temporada de secas 2009 y fue cerca de la boca del sistema, probablemente por los poliquetos marinos. También las especies marinas logran habitar las zonas estuarinas faunísticas más importantes ya sea por su número o por su biomasa (Reish, 1979), con lo que se puede explicar la dominancia de los poliquetos en la temporada de secas 2008, esto también atribuyéndoselo a la mezcla de la columna de agua y a la resuspensión del sustrato, con lo que los poliquetos bentónicos podrían estar suspendidos en la columna de agua.

De manera general, la presencia de organismos como los anfípodos (con pocas formas planctónicas), isópodos, tanaidáceos etc. y otros organismos bentónicos como poliquetos puede deberse a la fuerte mezcla de la columna de agua por el flujo de corrientes o turbulencias o a movimientos migratorios que realizan los organismos con fines de alimentación o debido a que el arrastre fue somero (Castellanos, 1992 citado por Perea, 2006).

Con relación a las larvas de crustáceos su presencia y ausencia tienen que ver con los ciclos reproductivos de los crustáceos ya que hay una constante emigración e inmigración de larvas y adultos al sistema. La mayor parte de las larvas son comunes en periodos cuando sube la marea (fase pleamar) (Epifanio *et al.*, 1984).

Dos acontecimientos migratorios ocurren durante el ciclo vital de algunos cangrejos: durante el primer acontecimiento, los adultos emigran a la entrada del estuario. El segundo acontecimiento abarca el retorno de las megalopas al hábitat del adulto. El reclutamiento de las larvas megalopas tiene una relación con un proceso global continuo y está limitada por la época del año, la hora, la marea, y pulsos reproductivos temporales y aparentemente con las forma de las bocas de comunicación de las lagunas (Cházaro-Olvera *et al.*, 2007). El reclutamiento de las megalopas de brachyuros es episódica (Abello y Guerao, 1999). La oportunidad de reclutarse en hábitats estuarinos depende de numerosos factores de conducta

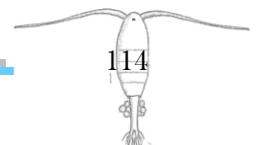




y ambientales (Miller y Emlet, 1997), a menudo se asocia con la dinámica de la marea, con la dirección del viento, y con las variaciones en la salinidad o la temperatura (Little y Epifanio, 1991). Durante el reflujó, algunas señales de sustancias químicas en combinación con el fototactismo negativo estimula a las megalopas a subir a la columna del agua (Little y Epifanio *op. cit.*), de esta manera, la densidad de reclutamiento está asociada también con esta conducta, considerando que la máxima actividad de natación ocurre durante la noche (Epifanio *et al.*, 1984), probablemente esta es alguna de las razones por los que las megalopas no fueron de los grupos más frecuentes.

En el trabajo de Cházaro-Olvera *et al.* (2007), los índices de correlación múltiple fueron significativos entre la densidad de las megalopas y los factores ambientales (salinidad, la temperatura, velocidad y dirección de corriente y nivel de marea); las altas densidades se registradas en marzo a julio y la mayoría de las megalopas fueron capturadas durante el periodo de flujo, asociados a los valores más altos de la salinidad y un número reducido fue capturado durante el reflujó, es decir, la afluencia de las megalopas se presenta en picos de reclutamiento (Loneragan *et al.*, 1998). Con esto podemos observar la importancia de la marea en la entrada de los organismos al sistema, y el porqué la mayor abundancia de las megalopas estuvieron presentes en la temporada de secas 2008 al norte de la laguna La Larga, la cual presenta altas salinidades. Sin embargo, Escamilla (1996), habla de que la densidad de las larvas megalopas debido de igual manera por el flujo de la corriente, pero a demás a que poseen una mayor capacidad osmorreguladora en las etapas tempranas de su ciclo de vida. De acuerdo al amplio intervalo de tolerancia a la salinidad y a la temperatura, consideró poca influencia de estos parámetros sobre los valores de densidad, lo cual también podría explicar su distribución en este caso desde la boca del sistema hasta el sur de la laguna de Mandinga.

Adame *et al.* (1989a), en su estudio de afecto de la marea, enero tuvo la mayor influencia de marea y con mayor salinidad por efecto de los nortes, los meses restantes (febrero a agosto) tuvieron poca influencia de marea, particularmente el mes de febrero, por lo que nuestras temporadas de muestreo (marzo, abril y agosto) entran dentro de este comportamiento.

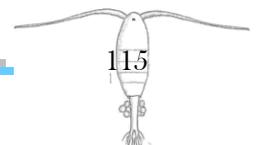




Adame *et al.* (1989b), en su trabajo de ictioplancton y carcinoplancton en la laguna Camaronera y Buen País, encontraron que en abril presentaron la menor abundancia, mientras que en agosto se tuvo la máxima abundancia y el grupo predominante durante el ciclo de muestreo fueron las zoeas de brachiuro y la zona influenciada por el estero Mosquitero tuvo las máximas abundancias en carcinoplancton. Si bien las larvas zoeas no fueron las que presentaron mayor abundancia en el SLM, si presentaron su mayor densidad en agosto de la temporada de lluvias 2008, y también concuerda con este trabajo que en secas 2008 y 2010 (abril) se presentaron las menores densidades del zooplancton, sin embargo, las mayores densidades se presentaron en secas 2009 (marzo), encontrándose las mayores densidades de algunos grupos (como los clanoides, cyclopoides, larva cypris, entre otros) en el estero El Conchal, lo cual coincide con Álvarez-Silva (1988), quien observó los valores más altos de los copépodos en el mes de marzo, mientras que los más bajos se observaron en el mes de abril.

En el trabajo de Pantaleón-López *et al.* (2005), encontraron igualmente lo que Adame *et al.* (1989b), a las larvas de brachiuro como las más dominantes, y posteriormente las larvas y huevos de peces, por el contrario, observaron los valores máximos promedio de abundancias durante el periodo de sequía (lo que estaría de acuerdo con este trabajo ya que las mayores abundancias se presentaron en la temporada de secas 2009). Ellos atribuyen que los copépodos no fueran los más abundantes a un problema de muestreo por la apertura de malla, lo que explicaría el porqué en este trabajo Calanoida fue el de mayor importancia.

Canizal (1989), en su trabajo los valores máximos de las densidades de huevos se detectaron con los mínimos de larvas y los registros más altos de temperatura, las larvas tuvieron una mayor dispersión en el interior de la laguna, de acuerdo al patrón de corrientes. En este trabajo si se observa que los huevos de peces se encuentran en las zonas con las mayores temperaturas; con respecto a las densidades, los huevos de peces si presentan mayores densidades en algunas temporadas (lluvias 2008 y secas 2009 en la que las larvas de peces fueron ausentes) que las larvas de peces y viceversa (secas 2008 y secas 2010 donde los



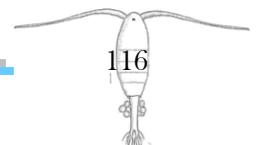


huevos de peces fueron ausentes), esto es contrario a lo encontrado por González (1989), dice que los huevos prefieren temperaturas, salinidades y medidas de turbidez más bajas que la de las larvas.

En el estudio de Cruz y Rocha (1981), la mayoría de las especies capturadas son eurihalinas del componente marino y el suceso reproductivo no está asociado con la penetración al sistema lagunar, lo que significa que éste es usado como áreas de crianza y alimentación durante las primeras etapas del desarrollo. La abundancia de los ictioplanctontes es baja; no siendo así para los estadios más avanzados, que en diferentes etapas (postlarva, prejuvenil y juvenil), penetran al sistema a alimentarse y crecer (Rocha, 1983). Lo anterior puede afirmarse de acuerdo a la baja diversidad de las especies ictioplanctónicas en comparación como la ictifauna del sistema (Sánchez-Chávez, 1980 citado por Rocha, 1983), es decir, que son pocos los organismos en estas etapas del desarrollo con características adaptativas suficientes para soportar las variaciones, principalmente de salinidad que se dan dentro del sistema, ya que los primeros estadios de desarrollo en la mayoría de las especies se lleva a cabo en el mar, relativamente más estable que en la laguna. En la especie de *Anchoa mitchilli* puede ser que los adultos desoven eventualmente dentro del sistema y que se reproduzcan durante todo el año (Rocha *op. cit.*). Por lo que explicaría la presencia de las larvas y huevos de peces en las temporadas de muestreo, puesto que esta especie es de las más representativas en los sistemas lagunares costeros, y su presencia también ha sido reportada para el SLM.

Canizal (1989), detectó una relación estrecha, con cierto “periodo de retardo”, entre la mayor ocurrencia de huevos (verano) y el máximo de ctenóforos y medusas (otoño), por lo que se puede inferir relaciones de depredador-presa.

En la época de nortes se da la entrada de las éfiras al sistema y en secas el desarrollo y la maduración de los organismos. En una laguna costera tropical como el Sistema Lagunar de Mandinga, el desarrollo de las escifomedusas tiende a ser más rápido alcanzando la madurez en menor talla (Pérez, 2012). Una característica de las escifomedusas es la habilidad de

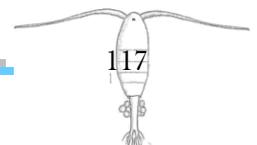




utilizar los recursos alimentarios para mudar y reproducirse de manera muy rápida y eficiente; la salinidad, temperatura y fotoperiodo se consideran importantes en estos procesos (Lucas, 2001).

Pérez (2012), observó en el SLM durante la temporada de secas la presencia de juveniles y adultos de *Stomolophus meleagris* en marzo del 2009 y *Aurelia aurita* en febrero y marzo del 2010, esta última puede extender su permanencia en la laguna hasta junio cuando inicia la temporada de lluvias. *A. aurita* es una especie cosmopolita, común en sistemas lagunares del Golfo de México, es considerada un importante depredador de huevos y larvas de peces (Sánchez-Ramírez *et al.*, 2012). Ocaña-Luna *et al.* (2010), registraron a otra escifomedusa *Phyllorhiza punctata* durante abril, mayo y junio coincidiendo con el periodo de mayor salinidad del sistema, durante la temporada de lluvias la salinidad baja drásticamente debido a la precipitación, por lo que la presencia de medusas en la Laguna de Mandinga es escasa o nula. Es muy probable que la disminución en la riqueza del ictioplancton obedezca a la depredación por la medusa australiana (*Phyllorhiza punctata*) ya que el requerimiento alimentario es muy alto (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez, 2012).

En los ambientes dulceacuícolas los cladóceros tienen mayor importancia pero en los ambientes marinos y costeros son los copépodos el grupo principal del zooplancton (Suárez-Morales y Campos-Hernández, 1994); en los ambientes marinos o salobres la diversidad de especies de cladóceros marinos es muy reducida (Boltovskoy, 1981). Gómez-Aguirre (1975), describe que la fauna de cladóceros se observó escasa en el mes de febrero y sufrió un notable crecimiento en el mes de marzo. Esto concuerda con el SLM puesto que en la temporada de secas 2009 se presentó la mayor densidad y biomasa de los cladóceros. En el estudio de Sánchez (2009), los cladóceros prácticamente no se presentaron en las muestras sólo en la desembocadura del río. En cuanto a su distribución, en el SLM los cladóceros se presentaron cerca de la desembocadura del río Jamapa y riachuelos adyacentes, y en zonas donde la salinidad no fue tan alta, lo que se relaciona con lo anterior. Los rotíferos al igual que los cladóceros es un grupo propio de agua dulce. Es posible observar algunas especies de géneros eurihalinos o marinos en las lagunas, por lo que su abundancia no fue alta en el





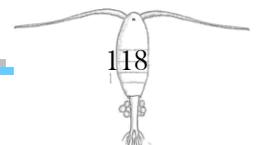
SLM.

Estos sistemas son realmente únicos en cuanto a sus características, y sólo permite el establecimiento de aquellas especies adaptadas a sus condiciones particulares, por lo que es común encontrar una diversidad ecológica baja en las lagunas costeras debido a la alta variabilidad de estos sistemas en términos de salinidad y temperatura (De la Lanza y Cáceres, 1994).

En la investigación de Cabral (2007), se calculó una diversidad ecológica baja (0.4343 bits/ind) y lo atribuyen a la gran heterogeneidad en la densidad relativa de cada grupo y la latitud donde se ubica Sontecomapan, lo cual refleja un comportamiento normal de una laguna costera. Es bien cierto que las características biológicas de este tipo de sistemas incluye frecuentemente una elevada productividad, alta dominancia de algunos elementos y baja diversidad biológica (Margalef, 1969; Livingston, 1991). Es por esto que la diversidad en el SLM va a estar influenciada por la dominancia de los copépodos, y en este caso con respecto a la equitatividad, se presentó con valores mayores de 0.5 y en los valores más altos de diversidad se obtuvo una equitatividad de hasta 0.9, lo que explicaría que obtuviera valores de 1.2478 y 1.6540 bits/ind, mayor a lo reportado para la laguna de Sontecomapan.

También puede generarse una crítica respecto a la identificación de los grupos realizados en este trabajo, sin embargo, no por eso deja de ser representativo este, ya que haciendo referencia al estudio de Sánchez (2009), donde dice que la riqueza específica de copépodos puede considerarse baja, puesto que dos especies fueron dominantes; lo que da pauta a decir que los copépodos en este tipo de sistemas van a ser los dominantes casi siempre independientemente del nivel de identificación, por lo que este trabajo es de gran aporte al conocimiento de la comunidad zooplanctónica.

Aunque la diversidad de especies del zooplancton residentes en el sistema es baja, existen factores que pueden modificarla localmente. Es muy común que en las lagunas costeras con gran influencia marina la diversidad de organismos sea mayor en la boca, conformándose

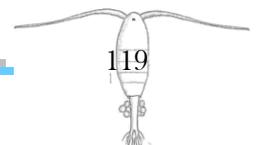


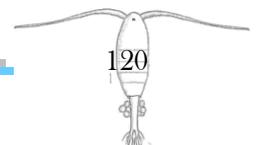


una comunidad mixta. Por lo que se explicaría que en el SLM las mayores diversidades se encontraron en la boca del sistema y en la laguna La Larga en la mayoría de las temporadas de estudio, y en algunas se localizaron en la laguna de Mandinga, esto probablemente porque la mayor diversidad podría estar influenciada por la vegetación sumergida, los escurrimientos continentales y las condiciones ambientales prevalecientes en dichos lugares (Adame *et al.*, 1989a).

Un solo parámetro no influye por sí solo en la abundancia y distribución de los componentes de la comunidad zooplanctónica. Los factores ambientales asociados en conjunto, determinen las características de la comunidad. El tratar de dilucidar cómo y cuál es la relación de los parámetros ambientales con los organismos no es de interés nuevo. El PCA nos puede indicar que variables tienen mayor influencia sobre otra pero, no indica cual es la relación entre ellas, por lo mismo es necesario optar por una herramienta matemática que ayuden, como podrían ser otros elementos del análisis multivariado. La elección de estos análisis va a depender de las características de los datos y de lo que pretende el investigador.

En resumen, en el sistema costero la pleamar ocasiona incremento en la salinidad. La que a su vez, se correlaciona positivamente con la velocidad de corriente. La capacidad de la mayoría de los animales de estuario de penetrar en estos sistemas es determinada por estos cambios drásticos en la salinidad (Cházaro-Olvera y Peterson, 2004). La capacidad osmorreguladora a salinidades bajas es una condición que determina la distribución en los sistemas costeros de los organismos jóvenes y adultos. Sin embargo, en etapas tempranas de su ciclo de vida dicha capacidad es mayor (Rocha, *et al.*, 1992), por lo que la abundancia de los organismos en sistemas estuarinos es el resultado de los mecanismos reproductivos y de transporte conducidos por la afluencia y las corrientes de la marea (Epifanio *et al.*, 1984). El ciclo de vida de un organismo es un factor importante que debe considerarse en términos de reclutamiento (Cházaro-Olvera *et al.* 2007).







Conclusión



De acuerdo a los parámetros fisicoquímicos analizados, el SLM es:

- ≈ Cálido (temperatura promedio de 29.1°C con un máx. 32.2°C y min. 26°C).
- ≈ Hiperóxico (oxígeno disuelto promedio de 8.73 mg/L con un máx. 9.9 mg/L y un min. 6.6 mg/L).
- ≈ Polihalino en secas y mesohalino en lluvias (salinidad promedio de 25.16 ups con una máx. 33.8 ups y un min. 10.5 ups).
- ≈ Es un sistema productivo (números de XII-XVIII) y transparente (transparencia promedio de 79.07 cm (con una máx. 160 cm y min. 33.6 cm)).



Con relación a las características comunitarias:

- ≈ Se presentaron 24 grupos zooplanctónicos en el SLM.
- ≈ Calanoida es el grupo que presentó mayor densidad y frecuencia relativa en todas las temporadas de muestreo.
- ≈ Los grupos con mayor dominancia relativa fueron las larvas de peces, Calanoida, Polychaeta y Amphipoda
- ≈ Los grupos con mayor valor de importancia ecológica fueron Calanoida en todas las temporadas de este estudio y las larvas de peces sólo en una temporada (secas 2008).
- ≈ La diversidad ecológica del SLM estimada en relación al zooplancton presentó un intervalo de 1.2478-1.6540 bits/ind con un promedio de 1.4357 bits/ind, y va a estar influenciada por la dominancia.
- ≈ La distribución del zooplancton no fue uniforme, se presentó amontonada o en parches.



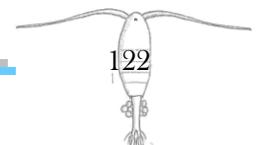
De acuerdo al los análisis empleados:

- ≈ Las variables ambientales que afectan principalmente a la distribución y la abundancia son el oxígeno disuelto, la temperatura del agua, la salinidad y la velocidad de corriente.



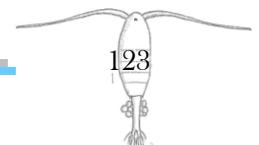
Literatura Citada

- Abello, P. y G. Guerao. 1999. Temporal variability in the vertical and mesoscale spatial distribution of crab megalopae (Crustacea: Decapoda) in the northwestern Mediterranean. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 49: 129-139.
- Adame, G T., M. H. Castro, C. M. Figueroa, P. A. Figueroa, M. N. García, C. M. Hernández, V. A. Martínez, P. M. Moreno, A. G. Olvera, C. D. Prieto, C. V. Robledo, C. A. Trujillo, R. A. Torres y P. D. Yañez. 1989a. Efecto de la marea sobre la migración del ictoplanton y carcinoplanton en la laguna Camaronera, Veracruz. *Memorias del XIII Simposio Biología de Campo*. ENEP Iztacala, UNAM.
- Adame, G T., M. H. Castro, C. M. Figueroa, P. A. Figueroa, M. N. García, C. M. Hernández, V. A. Martínez, P. M. Moreno, A. G. Olvera, C. D. Prieto, C. V. Robledo, C. A. Trujillo, R. A. Torres y P. D. Yañez. 1989b. Ictiplanton y carcinoplanton en dos subsistemas lagunares estuarinos de Alvarado, Veracruz. *Memorias del XIII Simposio Biología de Campo*. ENEP Iztacala, UNAM.
- Alber, M. 2002. A conceptual model of estuarine freshwater inflow management. *Estuaries*. 25 (6b):1246-1261.
- Álvarez-Silva C. 1988. Contribución al estudio de los copépodos de la laguna de La Mancha, Ver., México (1981-1982). *Memorias IX Congreso Nacional de Zoología*. 165-175. (res. 112).
- Álvarez-Silva, C. 1989. Copépodos de dos lagunas costeras del estado de Veracruz. *Res. IV SOMPAC*.
- Álvarez-Silva, C. y J. F. Luna F. 1991. Copépodos (Crustacea: Copepoda) colectados en la laguna de Alvarado, Veracruz, durante 1989. *Res. XI Cong. Nal. Zool. I*.
- Álvarez-Silva, C. y J. F. Luna F. 1992. Estudio prospectivo del zooplanton de la cuenca hidrológica asociada a la laguna de Mandinga, Veracruz. *Res. III Reunión Nal. Alejandro Villalobos*. 18.
- Álvarez-Silva, C. y S. Gómez-Aguirre. 2000. Listado actualizado de la fauna de copépodos (Crustacea) de las Lagunas Costeras de Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 10 (2):161-168.



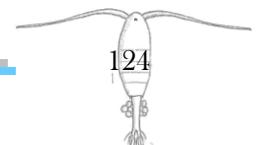


- Amador A. L. E., O. I. R. Navarrete, J. J. A. Cordero, D. y P. R. Cabrera. 1991. Abundancia larvaria y fijación del ostión *C. virginica* (Gmelin, 1791) en el sistema lagunar boca del río-Mandinga, Veracruz (marzo 1987-marzo 1988). *Res. XI Congr. Nal. Zool.* 174.
- Arreguín-Sánchez, F. 1978. Contribución al conocimiento del la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Ver., México. *Res. VI Congr. Nal. Oceanogr.* 80 p.
- Barrera, B. C. 1985. Abundancia y distribución de copépodos en la laguna de La Mancha, Mpio, de Actopan, Ver. Tesis profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. 89 p.
- Barreiro, G. M. T. 2002. Patrones de variación espacio-temporal de la concentración de clorofila a, en el sistema estuarino Boca del Río-Mandinga, Ver. *Res. XII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología.* 6-9 de Mayo. Xalapa, Veracruz.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar de Plata, Argentina. 936 p.
- Britton, J. C. y B. Merton. 1989. Shore ecology of the Gulf of Mexico. University of Texas Press. Austi.
- Cabral, T. A. R. 2007. Hidrología del sistema lagunar Sontecomapan, Veracruz durante las temporadas de secas y lluvias 2005 y secas 2006. Tesis profesional. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México.
- Canizal, S. A. 1989. Distribución espacio temporal del ictioplancton en relación con algunos parámetros físico-químicos y con diversos organismos, en la laguna de Términos, Campeche, México. *Memorias del XIII Simposio Biología de Campo.* ENEP Iztacala, UNAM.
- Carriker, M. R. 1967. Ecology of estuarine benthic invertebrates: a perspective. *Estuaries. Publ. Amer. Ass. Adv. Sci. Lauff, G. H.* 83:442-487.
- Caso, M., I. Pisanty y E. Escurra. 2004. Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. 627 p.
- Camarena, R. F., 1982. Contribución al conocimiento de la fase postlarvaria del camarón (*Penaeus* spp.), en el sistema de lagunas costeras de Mandinga, Veracruz. Tesis profesional. ENEP Iztacala UNAM. 75 p.
- Cházaro-Olvera, S. y M. S. Peterson. 2004. Effects of salinity on growth and molting of



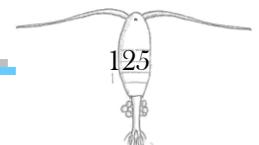


- sympatric *Callinectes* spp. From Camaronera Lagoon, Veracruz, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 74 (1):115-127.
- Cházaro-Olvera, S., A. Rocha-Ramírez y P. Arellano-Rodarte. 2007. Transport of *Pachygrapsus gracilis* (de Saussure, 1858) megalopae from lagoon system inlet in the southwestern of Gulf of Mexico. *Crustaceana*. 80 (8):955-968.
- Cifuentes, L. J. L., G. M. del P. Torres y M. M. Frías. 2003. El océano y sus recursos V. Plancton, La ciencia para todos, Vol. 5, Fondo de Cultura Económica.
- Conde-Porcuna, J. M., R. E. Ramos y B. R. Morales. 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. Instituto del Agua, Universidad de Granada, España. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=8> [Consultado: 19 de marzo 2012].
- Contreras-Espinosa, F., O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2002. Caracterización e importancia de las lagunas costeras. *En:* pp. 31-35. 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 México D.F. pp. 31-35. ISBN 968-817-X
- Contreras, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. 415 p.
- Contreras, I. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo y Secretaría del Medio Ambiente, D.F., México. 253 p.
- Cruz, G., A. y A. M. Rocha. 1981. Variación estacional del ictioplancton del sistema lagunar de Mandinga, Ver., México. *Mem. VII Simp. Latinoamér. Oceanogr. Biol*, pp. 311-322.
- Cruz, G. A. y A. V. Rodríguez. 1996. Ictioplancton de los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. *Res. I Reunión Internacional de Planctonología y VIII SOMPAC*. 12.
- Day, J. y A. Yáñez-Arancibia. 1982. Coastal lagoons and estuaries: ecosystem approach. *Ciencia Iberoamericana*. 22:11-26.
- De la Cruz-Agüero, G., J. L. Franco y L. G. A. Abarca. 1985. Caracterización ictiofaunística



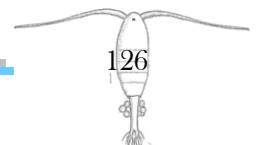


- de los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. *Mem. VIII Congr. Nal. Zool.*, p.p. 175-187.
- De la Lanza, E. G. y M. C. Cáceres. 1994. *Lagunas costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California. Editores, México. 525 p.
- Epifanio, C. E., C. C. Valente y A. E. Penbroke. 1984. Dispersal and recruitment of blue crab in Delaware Bay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18:1-12.
- Escamilla, M. R. 1996. Consideraciones taxonómicas y ecológicas de las megalopas del género *Callinectes* (Crustacea: Portunidae) en la laguna de Alvarado, Veracruz, México. Tesis profesional, ENEP Iztacala, UNAM. 86 p.
- Farreras-Sanz, S. F. 2006. *Hidrodinámica de Lagunas Costeras*. CONACYT, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 179 p.
- García, E. 1990. Carta de climas, atlas nacional de México. Instituto de Geografía. UNAM.
- Gil, Z. A. 1995. Consideraciones sobre la composición y abundancia zooplanctónica y su relación con los parámetros físico-químicos en la zona económica exclusiva de Veracruz y Tamaulipas, México, durante el verano de 1980. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. 84 p.
- Gómez-Aguirre, S. 1974. Reconocimientos estacionales de hidrología y plancton en la Laguna de Términos, Campeche, -México (1964-1965). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM. 1 (1): 61-82.
- Gómez-Aguirre, S. 1975. Observaciones planctológicas en la Bahía de Cartagena (10°20'N y 75°30'W), en febrero y marzo de 1974. *Memorias del I Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. Secretaría de Marina, México. 172-182 p.
- Gómez-Aguirre, S. 1987. Plancton de lagunas costeras. En: Gómez-Aguirre, S. y Arenas-Fuentes, V. (eds.). *Contribuciones en Hidrobiología*. UNAM, México, pp. 207-221.
- González, Y. P. 1989. Análisis ictioplanctónico de las familias Engraulidae y Clupeidae en la zona costera del sur del Golfo de México (1988). *Memorias del XIII Simposio Biología de Campo*. ENEP Iztacala, UNAM.
- Gutierrez, E. M., E. Suárez M., M. A. Gutierrez A., M. Silva B., J. G. Granados R. y T. Garfias E. 2008. *Cladocera y Copepoda de las aguas continentales de México*. Guía ilustrada. UNAM. México. 322 p.



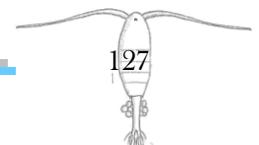


- INEGI, 2009. Guía para interpretación de cartología climatológica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 45 p.
- Jhonson, W. S. y D. M. Allen. 2005. Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts. A guide to their identification and ecology. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 379 p.
- Little, K. T. y C. E. Epifanio. 1991. Mechanisms for the re-invasion of an estuary by two species of brachyuran magalopae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 235-242.
- Livingston, R. J. 1991. Inshore marine habitats. 549-573. En: Myers, R. L. y J. J. Ewel (Eds.). *Ecosystems of Florida*. University Of Central Florida Press. Orlando, Florida.
- Loneragan, N. R., R. A. Kenyon, D. J. Staples, I. R. Poiner y C. A. Conacher. 1998. The influence of seagrass type on the distribution and abundance of postlarval and juvenile tiger prawns (*Panaeus esculentus* and *P. semisulcatus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 228 (2): 175-195.
- Lucas, C. H. 2001. Reproduction and life history strategies of the common jellyfish, *Aurelia aurita*, in relation to its ambient environment. *Hidrobiología*. 451:229-246.
- Margalef, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*. UNAM-UNESCO, México, pp. 545-562.
- Miller, B. A. y R. B. Emlet. 1997. Influence of nearshore hydrodynamics on larval abundance and settlement of sea urchins *Strogylocentrotus franciscanus* and *S. purpuratus* in the Oregon upwelling zone. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 148: 83-94.
- Monroy-García, M. C. 1987. Análisis de la comunidad zooplanctónica en el complejo lagunar de Términos, Campeche, durante 1982. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California.
- Morán, A. L., E. Martínez, R. Chavez, C. Bedia, C. Contreras, F. Gutierrez, F. Brown, N. Paterson y M. Paterson. 2005. Seasonal and spatial patterns in salinity nutrients, and chlorophyll a in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, México. *Gulf and Caribbean Research*. 17:133-143.
- Ocaña-Luna, J. A. y M. Sánchez-Ramírez. 2012. Riqueza de la comunidad ictioplanctónica en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, antes y durante la invasión de la medusa australiana *Phyllorhiza punctata* (Cnidaria: Scyphozoa). *Res. Mem. XIII*



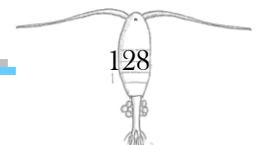


- Congreso Nacional de Ictiología y 1er. Simposio Latinoamericano de Ictiología. 29 de octubre al 2 de noviembre de 2012, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, pp. 138.
- Ocaña-Luna, J. A., M. Sanchez-Ramirez, R. Aguilar-Duran. 2010. First record of *Phyllorhiza punctata* von Ledenfeld, 1884 (Cnidaria: Scyphozoa, Mastigiidae) in Mexico. *REABIC, Aquatic Invasions*. 5 (1):79-84.
- Ocaña-Luna, J. A., M. Sánchez-Ramírez, A. S. Gómez y P. S. Mille. 2004. Ingreso masivo de *Stomolophus meleagris* (Cnidaria: Scyphozoa) a la laguna de Mandinga, Veracruz. *Res. XIII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, A. C. y VI Reunión Internacional de Planctología*. Nuevo Vallarta, Nayarit, México, del 25 al 28 de abril.
- Odum, E. P. 1972. Ecología. Interamericana, México. 639 p.
- Pantaleón-López, B., G. Aceves e I. A. Castellanos. 2005. Distribución de la abundancia (g/100 L) del zooplancton del conjunto lagunar Chacahua-La Pastora, Oaxaca, México. *Revs. Mex. De Bio*. 76: 63-70.
- Perea, P. N. A. 2006. Variación espacio-temporal del zooplancton del Parque Nacional Isla Contoy durante la temporada de lluvias. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala, UNAM, México, 61 pp.
- Pérès, J. M. 1968. La vida en el océano. Ediciones Martínez Roca S.A.; Barcelona, España, pp. 65-147.
- Pérez, A. C. P. G. A. 2012. Análisis de algunos aspectos reproductivos de *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1862 y *Aurelia aurita* Lineé, 1758 (Cnidaria: Scyphosoa) en la Laguna de Mandinga Veracruz. Tesis profesional. FES Iztacala, UNAM, México. 51 p.
- Pineda, F. 1981. A Principal component análisis of the chaetognats found during the acento 2 cruise in the bight of Panama. In: *Memorias del Seminario sobre indicadores biológicos del Plancton*. El Callo, Perú, pp. 74-88.
- Portilla-Ochoa, C. 2005. Lagunas costeras de Veracruz Lagunas costeras de Veracruz. *Res. I Encuentro de Experiencias de Manejo Colectivo de los Recursos Costeros*. Puerto Escondido, Oaxaca. 25 a 27 de Noviembre, 2005.





- Raymont, J. G. 1983. Plankton and Productivity in the Oceans. Volume II. Zooplankton. Pergamon Press. Oxford.
- Raz-Guzmán, A., G. De La Lanza, L. A. Soto. 1992. Caracterización ambiental y del sedimento, detrito y vegetación del sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*. 40 (2): 215-225.
- Reguero, M. y A. García-Cubas. 1993. Moluscos del Complejo Lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *Hidrobiológica*. 3 (1-2): 41-70.
- Reish, D. J. 1979. The relations of Polychaetous Annelids to Harbor Pollution. *Publ. Health Repts*. 70 (12): 1168-1174.
- Reyes, F. Z. E. 1994. Aislamiento y caracterización de *Tetrasetmis* sp. del sistema lagunar Boca del Río Mandinga, Veracruz y su importancia en la acuicultura. *Res. VII SOMPAC*.
- Rioja, E. 1959. Estudios hidrobiológicos 12. Hallazgo de la *Cordylophora caspia* (Pallas) (Hydroideo gimnoblástido) en la laguna de Mandinga, Ver. *An. Inst. Biol.*, UNAM. 30 (1-2): 151-157.
- Rocha, R. A. 1983. Distribución de la abundancia (g/100 L) del ictioplancton del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz. Tesis profesional. ENEP, Iztacala, UNAM, México. 86 p.
- Rocha R. A. y A. G. Cruz. 1981. Aspectos ecológicos del ictioplancton del sistema laguna de Mandinga, Veracruz. *Res. V Cong. Nal. Zool*. 139 p.
- Rocha, A. R., S. O. Cházaro, R. C. Román y H. M. Molina B. 1996. Clave de Identificación para estadios Zoea, Mysis, Postlarvas (Caridea y Penaeidea) y Megalopas (Anomura y Brachyura) de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Rev. Zool*. Núm. Esp. (1):1-22.
- Rocha, R. A.; S. Cházaro, P. M. Mueller. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) en seis cuerpos de agua costeros del estado de Veracruz. *An. Inst. Cienc. de Mar y Limnol*. UNAM. 19 (1): 33-42.
- Rodríguez, V. A., A. G. Cruz y M. A. R. Torres. 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, A. M. D. 2009. Estudio de la diversidad y densidad de los copépodos y los cladóceros con relación a las condiciones ambientales del Sistema Lagunar de Mecoacán, Tabasco, México. Tesis profesional. FES Iztacal, UNAM.
- Smith, D. L. y K. B. Johnson. 1996. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. 2a. ed. Len dall, Hurt Publishing Company, Iowa, USA. 221 p.
- Suárez-Morales, E. y S. R. Gasca-Serrano. 1992. De los misteriosos seres que viven suspendidos en el agua: el zooplancton. Cuaderno de divulgación 2. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 19 p.
- Suárez-Morales, E. y A. Campos-Hernández,. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto de Oceanografía. Academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), México. 359 p.
- Sánchez-Ramírez, M., J. A. Ocaña-Luna, A. G. P. C. Pérez-Alvarado. 2012. Depredación de *Aurelia aurita* (Cnidaria: Scyphozoa) sobre huevos de *Anchoa mitchili* en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz. *Res. Mem. XIII Congreso Nacional de Ictiología y 1er. Simposio Latinoamericano de Ictiología*. 29 de octubre al 2 de noviembre de 2012, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, pp. 114.
- Turner, J. T. 1982. The anual cycle of zooplankton in a Long Island estuary. *Estuaries*. 5 (4): 261-274.
- Vargas M., M., L., J. A. Ocaña y R. M. Sánchez. 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.
- Wernand, M. R. y H. J. Woerd. 2010. Spectral analysis of the Forel-Ule ocean colour comparator scale. *Journal of the European Optical Society*. 5 (100145): 1-7
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. AGT Editor, México, pp. 16-48.

