



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, MÉXICO DURANTE
TEMPORADA DE SECAS 2011-2015**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I Ó L O G A

Presenta

MARIBEL SELENE GÁLVEZ FLORES

Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela
Directora de tesis

Los Reyes Iztacala, Estado de México

2019





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



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



DEDICATORIA

*“Dedicada a todas aquellas personas que quieran ignorar
menos”*





AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Papá, nunca he sido bien agradecida contigo por todo lo que has hecho por mí, yo sé el esfuerzo que haces día a día para sacar a tu familia adelante, esposa, hijos, padres, hermanos, etc. Te pido perdón por todos los malos momentos que he hecho pasar, por no obedecer tus reglas tal cual me las dictas, pero sobretodo, por no expresar mis sentimientos hacia ti tal cual me los pides. Gracias por tus cuidados, regañones y por todo lo que has hecho por mí y mi familia, sé que jamás te lo he dicho, pero ¡te amo demasiado!

Mamá, quisiera que imaginaras estos momentos, ¿crees que es difícil hacer una tesis? En mi opinión, me fue mucho más difícil escribir este agradecimiento ¿por qué? Porque en verdad no encuentro las palabras para agradecer todo lo que has hecho y sigues haciendo por mí, mis hermanos y mi padre, creo que con un gracias no basta y jamás bastará, porque en verdad eres una de las pocas personas que conozco que dan TODO por su familia y por la familia de los demás. Gracias mamá por estar siempre para mí, gracias mamá por apoyarme en toda decisión que he tomado, gracias mamá porque para ti siempre estoy yo primero, gracias mamá por cuidarme, educarme y darme los valores que aprendiste, espero algún día estés super orgullosa de mí y de lo que hago ¡Te amo!

A mi familia:

Y cuando hablo de mi familia, no sólo son mis padres y hermanos, sino realmente a toda mi familia, abuelitos, tíos, primos, etc. Todos y cada uno de ustedes me han ayudado día a día a salir adelante, a ser valiente y enfrentar los problemas, a aprender que todo lo que haga de mi vida será sólo consecuencias de mis decisiones y actitudes.

A Alexis Alonso:

Amor, tú más que nadie sabe todo lo he tenido que pasar para llegar hasta aquí, te has llegado a convertir en una persona super especial e importante para mí porque, siempre estas allí cuando te necesito, incluso cuando no te necesito. Sin darme cuenta, fuiste todo lo que desee y busque toda mi vida, una persona en quién confiar, un refugio que me protegiera de todo, una mano que me ayuda y sostiene cuando estoy a punto de caer, alguien que simplemente me ama tal cual soy. No sé qué nos depare el destino en un futuro, pero te prometo siempre disfrutar mi presente a tu lado y hacer de él que cada día valga la pena ¡Te amo!

A la Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela:

Profesora, le doy las gracias infinitas por todo lo que ha hecho por mí, por los conocimientos transmitidos, la confianza, el apoyo, las risas, los buenos momentos, las oportunidades y el cariño. A lo largo de todo el tiempo que la conocí me di cuenta de la maravillosa mujer y la excelente educadora en la cual se ha convertido, gracias a usted, he aprendido no sólo sobre la vida, sino de cómo vivirla. Gracias, en verdad gracias por invertir su tiempo en mí, no tiene idea de cuanto lo valoro porque el tiempo es algo que nunca se recupera.

A mis amigos:

Siempre me he considerado una persona de pocas palabras y grandes observaciones en cuestión de amistades, en algún momento de mi vida una persona me dijo que las amistades no existen, porque no siempre están contigo, sólo están “cuando necesitan algo” es por ello que mi relación con algunas de ellas no era muy afectivas, pero, en el transcurso de mi vida me he encontrado a cada persona que de alguna u otra manera ha marcado una parte de mi vida, lo que ocasiona claro, que cada vez que los recuerde sonrío a pesar de que ya no están conmigo, por eso agradezco infinitamente a todas aquellas personas que han estado conmigo en primaria, secundaria, cch y claro, universidad, gracias por estar y compartir el mismo lugar y tiempo. Así también, quiero agradecer a aquellas personas que estuvieron conmigo en esos tiempos y, hasta el momento, me siguen sacando una carcajada de vez en cuando (Socia, Bere, Ilse, Mafer, PerezZozza, Angy, Ale bebé, Wendy y Lore), ustedes son una gran y enorme razón de confianza, ayuda y compañía hacia otra persona desconocida. ¡GRACIAS!

P.d: #TeamAsela, gracias por hacer de mis últimos años de universidad unos de los mejores, con ustedes he aprendido una infinidad de cosas, unas buenas otras no tanto. Gracias por enseñarme a no vivir con estrés y a disfrutar siempre la vida, neta, neta, neta ¡Los amo un chingo!

A los profesores:

Si bien se sabe, el rol de un profesor es enriquecer el conocimiento de un alumno dependiendo del nivel en el que se encuentran, pero, no siempre queda en eso, pues siempre se forma un vínculo profesor-alumno que, en mi caso, no se olvida. Gracias a todos los profesores que tuve desde que inicio mi vida escolar, por sus enseñanzas.

A mis sinodales:

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera, al M. en C. Rafael Chávez López, al Dr. Ángel Morán Silva y a la Biol. Margarita Laura Rojas Bustamante, por aceptar formar parte de mis sinodales y por el tiempo brindado desde el inicio hasta el fin para que esta tesis se llevara a cabo.

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

A las becas que me fueron otorgadas a lo largo de toda la carrera.





Contenido

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
General.....	7
Particulares.....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MATERIALES Y MÉTODO.....	10
RESULTADOS.....	18
Fisicoquímicos	
Profundidad.....	18
Transparencia.....	21
Temperatura.....	24
Oxígeno Disuelto.....	27
Salinidad.....	30
pH.....	33
Biológicos	
Listado taxonómico.....	36
Distribución de la densidad y biomasa.....	38
Polychaeta.....	38
Huevos de crustáceo.....	41
Cladocera.....	44
Calanoida.....	47
Cyclopoida.....	50
Harpacticoida.....	53
Larvas nauplio de cirripedio.....	56
Larvas cypriis.....	59
Sergestidae.....	62



Larvas nauplio.....	64
Larvas zoea.....	66
Larvas mysis.....	69
Larvas megalopa.....	72
Amphipoda.....	75
Isopoda.....	78
Mysidacea.....	81
Tanaidacea.....	83
Ostracoda.....	86
Chaetognatha.....	89
Appendicularia.....	92
Huevos de pez.....	94
Larvas de pez.....	97
Cnidaria.....	100
Ctenophora.....	103
Larvas trocófora.....	106
Bivalvia.....	109
Gastropoda.....	112
Nematoda.....	115
Rotifera.....	117
Foraminifera.....	120
Densidad Relativa.....	123
Frecuencia Relativa.....	127
Dominancia Relativa.....	131
Valor de Importancia Ecológica.....	135
Diversidad Ecológica.....	139
Discusión.....	149
Conclusiones.....	164
Literatura Citada.....	165



Resumen

El plancton se define como el conjunto de organismos microscópicos que habitan en cualquier punto de la columna de agua, poseen una capacidad limitada para desplazarse, por lo cual sus movimientos dependen de las corrientes marinas. Los dos grupos principales del plancton son el fitoplancton y el zooplancton. El zooplancton tiene una gran importancia debido a su posición en la trama trófica porque, por lo general, constituyen el principal grupo de herbívoros, lo que provoca que haya un flujo de energía hacia niveles superiores. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis ecológico temporal de la comunidad zooplanctónica del Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), Veracruz, México durante temporadas de secas 2011 a 2015, para ello, se realizaron cuatro muestreos en 14 estaciones promedio cada año en donde se registró: profundidad, transparencia, temperatura del agua, oxígeno disuelto, salinidad y pH. Los organismos se recolectaron realizando arrastres circulares superficiales utilizando una red cónica estándar *Water Mark* de 50 cm de diámetro y 363 μm de abertura en malla con copo colector. De acuerdo a los registros fisicoquímicos, el SLM es somero (140.65 cm), con la menor profundidad en el 2013 (124.62 cm) y la mayor en el 2015 (161.50 cm); cálido (26.99 °C), con la menor temperatura en el 2013 (21.62 °C) y la mayor en el 2015 (29.57 °C); hiperóxica (8.94 mg/L) con la menor concentración de oxígeno en el 2011 (7.92 mg/L) y la mayor en el 2013 (11 mg/L); polihalina (27.23 ups) con la menor salinidad en el 2013 (25.33 ups) y la mayor en el 2011 (28.64 ups) y ligeramente alcanina (7.98) con menor pH en el año 2013 (7.84) y la mayor en el 2015 (8.16). La comunidad de zooplancton estuvo representada por 30 grupos pertenecientes a nueve Phylum: Foraminifera, Ctenophora, Rotífera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha y Chordata, en donde los copépodos calanoides son los organismos con mayor distribución, mayor densidad, biomasa y, por tanto, mayor valor de importancia ecológica, mientras que los organismos con menor densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia fueron los isópodos y mísidos. El sistema registró un aumento en su diversidad en los años de muestreo tanto en densidad (1.44 nits o 2.0 bits) como en biomasa (1.9 nits o 2.7 bits), sin embargo, sigue teniendo una baja diversidad en comparación con otros sistemas, en donde se observa que las mayores densidades de los organismos pueden deberse a los valores altos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, además de factores biológicos, entre los que se incluyen, limitación de alimento, depredación y competencia, o por la combinación de ambos tipos de factores.

Palabras clave: Ecología, zooplancton, Sistema Lagunar de Mandinga, diversidad.



Introducción

En el ambiente marino, el plancton se define como el conjunto de organismos microscópicos que habitan en cualquier punto de la columna de agua, principalmente en aguas próximas a la superficie, pero también puede alcanzar las fosas oceánicas más profundas, dependen en buena parte de la captación de la energía solar a través de la fotosíntesis en las aguas superficiales donde los niveles de luz son adecuados (Boxshall, 2006), poseen una capacidad limitada para desplazarse, por lo cual sus movimientos dependen de las corrientes marinas (Escribano y Castro, 2004).

El plancton se divide primordialmente en fitoplancton y zooplancton, en donde el fitoplancton son productores primarios con diferentes formas de organización celular, como células solitarias, en cadena, formando filamentos, etc., en donde predomina las diatomeas (Cifuentes *et al.*, 1997), el zooplancton formado por organismos animales, cuenta con una amplia riqueza, como son los crustáceos, moluscos, larvas de decápodo, quetognatos, etc., en donde los más numerosos y diversos son los copépodos, eufáusidos y anfípodos (Escribano y Castro, 2004), a su vez, estos organismos se clasifican en dos tipos: aquellos que en todos los estados de su ciclo biológico viven formando parte del plancton, son los llamados holoplancton y, los que pasan las primeras etapas de su vida formando parte del plancton, los cuales reciben el nombre de meroplancton (Cifuentes *et al.*, 1997).

El zooplancton tiene una gran importancia debido a su posición en la trama trófica porque, por lo general, constituyen el principal grupo de herbívoros, lo que provoca que haya un flujo de energía hacia niveles superiores. Así también, la información sobre el zooplancton constituye una herramienta importante en el análisis del funcionamiento de estos ecosistemas, pues su composición y abundancia es utilizada para detectar impactos antropogénicos en los ecosistemas oceánicos y pueden ser útiles para el establecimiento de pautas de manejo (Garrido, 2006).

De igual manera, las comunidades planctónicas de sistemas acuáticos, están constituidos por individuos con periodos cortos de vida, pueden considerarse como indicadores naturales de masas de agua y contaminación y así proporcionar información sobre las características del medio (Pantaleón-López *et al.*, 2005).

Otra característica del zooplancton es que está formado por animales con altas tasas de crecimiento que permite responder rápidamente a los cambios de un ambiente, también, tienen la capacidad de producir una gran cantidad de huevos de gran resistencia, pues mantienen su viabilidad durante décadas e incluso siglos (Conde-Porcuna *et al.*, 2004).

La composición, distribución y abundancia del zooplancton puede ser afectada por: la variación de los factores ambientales del medio acuático, la oferta



alimenticia y la presión depredadora ejercida por algunos macroinvertebrados y en especial por peces zooplanctófagos presentes en el sistema (Acosta, 2005).

La influencia de la descarga de ríos, precipitación, evapotranspiración, mareas y vientos, sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas acuáticos costeros, ha llevado al desarrollo de diferentes tipos de humedales (Brinson, 1993; Twilley y Chen, 1998; Mitsch y Gosselink, 2000; Briseño *et al.*, 2002).

En este sentido, las lagunas costeras, son zonas de mezcla donde se intercambian dos masas de agua, las de origen epicontinental a través de los ríos tributarios y la otra de origen marino debido a la dinámica de las corrientes, ocurre un activo intercambio de organismos, nutrientes, materia orgánica y sedimentos, que involucran a su vez procesos de transporte y mezcla, movimientos migratorios, variaciones en diversidad y abundancia biótica, cambios ontogénicos en los ciclos biológicos, dinámica en la ecología de la alimentación, además de cambios en los gradientes físico-químicos y la productividad del ecosistema (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1991; Briseño *et al.*, 2002), lo que favorece la formación de diferentes ambientes, esto tiene una importancia pues presentan una alta tasa de producción primaria y secundaria, además de ser una zona de protección, reproducción, crecimiento para una gran cantidad de especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas, incluyendo el zooplancton (De la Lanza y Cáceres, 1994).

La costa veracruzana con 116, 600 Ha estuarinas, es el 7.4% de los cuerpos lagunares litorales a escala nacional, cuenta con 18 grandes ecosistemas costeros, entre los que sobresalen de norte a sur: Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamachoco, El Llano, La Mancha, Alvarado, Sontecomapan y El Ostión (Contreras-Espinosa *et al.*, 2002). La presente investigación se realizó en una de las lagunas más importantes del estado, el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), el cual está constituido por tres lagunas: La Larga, la cual es la más cercana al mar, seguido de La Redonda y posteriormente Mandinga. Estas lagunas se encuentran interconectadas por tres esteros; 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 Mandinga (INEGI, 2010).



Antecedentes

Se han realizado diversos trabajos hidrológicos en diferentes sistemas acuáticos, en donde, para los sistemas lagunares costeros como el SLM, destacan principalmente las publicaciones realizadas por Arreguín-Sánchez (1982) y Reyes-Ascencio (2011), los cuales detallan aspectos hidrológicos del sistema en diferentes temporadas de estudio.

Se han publicado varios trabajos realizados con el zooplancton a nivel de especie, género, familia, orden y clase en diferentes lugares, entre ellos se puede citar a:

-  Flores-Coto y Méndez (1981), contribuyeron al conocimiento del ictioplancton en la laguna de Alvarado en Veracruz.
-  Gil-Zurita (1995), estudia la relación de la composición y abundancia con los parámetros fisicoquímicos en las zonas de Veracruz y Tamaulipas.
-  Zanatta (1995), estudió la composición, abundancia y distribución de zooplancton del lago Catemaco.
-  Álvarez-Cadena *et al.* (1996), realizan una encuesta de la comunidad zooplanctónica en una laguna costera del Caribe Mexicano.
-  Barba (1999), estudió la variación de la densidad y biomasa de peces y decápodos en la Laguna Madre de Tamaulipas.
-  Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre (2000), presentaron un listado de copépodos reconocidos en las lagunas costeras de Veracruz.
-  Suárez-Morales (2000), realiza un estudio sobre la distribución general de copépodos.
-  Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez (2002), realizaron un artículo del ictioplancton en los ecosistemas estuarino-lagunares del estado de Veracruz.
-  Bonilla-Coello (2003), presentó un estudio sobre la distribución de copépodos en el Golfo de Guayaquil.
-  Ordoñez-López y Ornelas-Roa (2003), determinaron las variaciones de copépodos pláncnicos en Yucatán.
-  Conde-Porcuna *et al.* (2004), estudiaron al zooplancton como estructura trófica en ecosistemas lénticos en Europa.
-  Islas (2005), estudió la distribución de la abundancia y variaciones morfológicas de cnidarios en la laguna de Pueblo Viejo en Veracruz.
-  Pantaleón-López *et al.* (2005), estudiaron la distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca, México.

-  Álvarez-Silva *et al.* (2006), presentaron un estudio en cuanto a la composición y abundancia del zooplancton en sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas.
-  Álvarez-Cadena *et al.* (2007), llevaron a cabo varios muestreos en la zona lagunar y costera del Caribe Mexicano, desde Puerto Morelos hasta Cancún, en donde registran un mayor porcentaje de copépodos para la zona.
-  Loman-Ramos *et al.* (2007), realizaron un estudio con medusas al sur del Golfo de México durante el año 1999.
-  Balbontín *et al.* (2009), estudiaron la distribución de larvas de invertebrados y peces en Chile.
-  Flores-Coto *et al.* (2009), estudiaron el ictioplancton presente en el Sur del Golfo de México.
-  Flores-Coto *et al.* (2010), realizó un estudio de la distribución y diversidad de apendicularias en el sur del Golfo de México.
-  Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), estudiaron la composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México.
-  Castán-Aquino (2013), realizó un análisis ecológico de la comunidad zooplanctónica en distintas temporadas de secas y lluvias del 2008 al 2010 en el Sistema Lagunar de Mandinga.
-  Cortés-Lacomba *et al.* (2013), realizaron un listado de medusas en laguna de Términos, en Campeche.
-  Suárez-Morales *et al.* (2013), realizaron un estudio zooplanctónico al sur de México.
-  Melic (2015), realiza un estudio sobre la descripción del Orden Isopoda.
-  Vilas (2015), realiza un estudio sobre la descripción del Orden Mysida.
-  Ayala-Rodríguez *et al.* (2016), realizaron un listado taxonómico, aspectos ecológicos y biogeográficos de las larvas de peces del Sistema Arrecifal Veracruzano.
-  Contreras-Espinoza (2016), realizó un análisis de la variación espacio-temporal de la estructura comunitaria del zooplancton y su relación con las variables hidrográficas en la desembocadura del Río Jamapa, Veracruz.
-  Mecalco-Hernández *et al.* (2018), estudiaron la variación estacional y nictímera en la distribución del zooplancton dominante en la laguna de La Mancha, Veracruz.



Justificación

Como bien es sabido, la ecología tiene como propósito entender, entre otras cosas, la diversidad, abundancia, composición y funcionamiento de los sistemas biológicos con relación al ambiente que los rodea, en donde las condiciones fisicoquímicas del entorno no sólo influyen sobre los organismos vivos y sus interacciones, sino que a su vez modifican al mismo medio.

Existe una gran variedad de estudios de análisis ecológicos realizados con organismos acuáticos, en donde la menor parte de ellos son del zooplancton, pues al incluir una gran variedad de grupos es difícil realizar un estudio completo de la comunidad, es por ello que la mayoría de los artículos publicados se especifica en estudios ecológicos o listados de un grupo o especie en particular, lo que genera que no se conozca la biodiversidad en el sistema. Actualmente la única investigación realizada para el SLM es de Castán-Aquino (2013), quién realizó un análisis ecológico de la comunidad zooplanctónica en distintas temporadas de secas y lluvias del 2008 al 2010. Por tal motivo es relevante realizar un análisis ecológico en el Sistema Lagunar de Mandinga, que nos permita tener un amplio conocimiento de los organismos presentes que conforman la comunidad zooplanctónica en dicho lugar en épocas de sequías, además de su relación con las condiciones fisicoquímicas que prevalecen en el medio.



Objetivo general y objetivos particulares

General

Realizar un análisis ecológico temporal de la comunidad zooplanctónica del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México durante temporadas de secas 2011 a 2015.

Particulares

-  Caracterizar el sistema con base en los componentes fisicoquímicos del agua registrados.
-  Conocer la composición de los grupos que conforman la comunidad zooplanctónica.
-  Establecer los patrones de la distribución en densidad y biomasa de los grupos que conforman la comunidad zooplanctónica.
-  Calcular la frecuencia de los grupos zooplanctónicos.
-  Calcular la dominancia de los grupos zooplanctónicos.
-  Calcular el valor de importancia ecológica de los grupos zooplanctónicos.
-  Calcular la riqueza de los grupos zooplanctónicos.
-  Estimar el valor de diversidad ecológica.
-  Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua con respecto a los patrones de distribución en densidad y biomasa de los grupos que conforman la comunidad zooplanctónica.

Área de Estudio

Localización. El SLM se encuentra en el estado de Veracruz, localizado entre los paralelos 19° 00' y 19° 06' latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' longitud oeste, tiene una extensión de 3,250 Ha y una longitud de 20 Km aproximadamente, con una orientación norte-sur. Como se muestra en la figura 1, el SLM 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. Estas lagunas se encuentran interconectadas por tres esteros; el estero Conchal, cuya parte terminal se ubica en la posición noroeste de la laguna La Larga, comunicando al sistema con el mar, el estero Horcones que inicia en la parte suroeste de la laguna La Larga, uniéndose con la laguna La Redonda en el extremo occidental y por último el estero Mandinga, que se conecta a la laguna La Redonda con la laguna Mandinga (INEGI, 2010).



Fig.1. Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz
(Tomado de INEGI, 2010)

Clima. El clima que le corresponde al SLM según García (2004), se clasifica dentro de los cálidos subhúmedos (A w₂). Las estaciones climáticas determinadas para este sistema son: Nortes, de noviembre a febrero; secas, desde marzo a junio y lluvias, de julio hasta octubre. Se 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, 2004).

Tipo de Suelo. El suelo al noreste del SLM es de tipo Regosol, con una subunidad de tipo Calcárico (Rc/1). Al sureste, en los costados de la laguna La Larga, su tipo de suelo es Gleysol con subunidad Eurico, de igual manera en las lagunas La Redonda y de Mandinga, pero la subunidad Eurico está combinado con Vertisol y subunidad Calcárico (Ge+Vc/3). Entre estas dos lagunas en el lado oeste, se encuentra una zona de pantano (terreno sujeto a inundación). En cuanto a la salinidad intersticial oscila en 7.1 ups a 39.9 ups, y su pH va de entre 5.9 a 8.3 con un promedio de 7.17 (INEGI, 2016).

Geología. Omitiendo los cuerpos de agua, el suelo predominante es de tipo Aluvial, Eólico y Lacustre, en donde el mejor representado es el Aluvial con el 44.6%, seguido del Eólico con 36.9% y finalmente el Lacustre con 17.9% (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

Hidrografía. Las lagunas se encuentran separadas del mar por una barrera arenosa. Los principales aportes de agua al sistema son el Río Jamapa y la marea del Golfo de México, en donde dicho río se localiza al norte del SLM y el cual se comunica a la laguna La Larga por medio del estero del Conchal (INEGI, 1990).

Vegetación. Dentro de su vegetación se encuentran principalmente los manglares, además de sabanoide, selva baja caducifolia y una vegetación de dunas costeras (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

Materiales y Método

Se realizaron cuatro muestreos en el SLM en Veracruz, durante la temporada de secas 2011, 2012, 2013 y 2015, en 14 estaciones promedio cada año, determinadas mediante un muestreo estratificado, las cuales se muestrearon con una lancha de fibra de vidrio con un motor fuera de borda de 50 HP (Fig. 2). Dichos muestreos fueron realizados por los responsables del Laboratorio de Ecología de Peces. Cada sitio fue georreferenciado con un geoposicionador Garmin modelo 12 XL (Fig. 3) y se registró la hora de colecta en cada punto.



Fig. 2. Lancha de fibra de vidrio



Fig. 3. Geoposicionador

Las características hidrológicas se registraron a nivel de superficie y fondo en las zonas donde se recolectaron los organismos. La muestra de agua del fondo se colectó con una botella Van Dorn de dos litros de capacidad (Fig. 4). La temperatura del agua (°C) y la salinidad en unidades prácticas de salinidad (ups) fueron registradas con un multisensor YSI 30 (Fig. 5) y una vez registrada la salinidad, se utilizó la escala de Carriker (Fig. 6), obtenida en De la Lanza (1994), para clasificar el sistema con base a esta. El oxígeno disuelto (mg/L) se registró con un oxímetro Oakton Waterproof serie DO 300 (Fig. 7) utilizando la escala de Contreras-Espinosa (2001), para clasificar al sistema con base en este parámetro (Fig. 8).

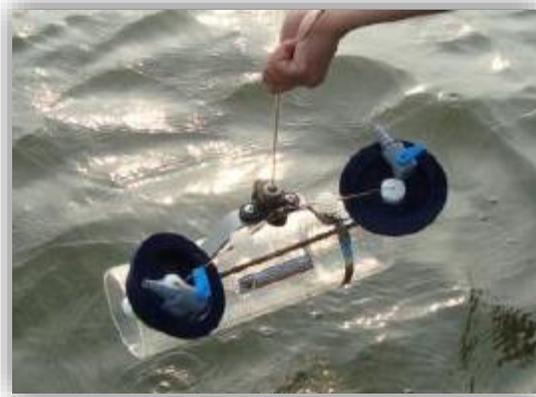


Fig. 4. Botella Van Dorn de dos litros.



Fig. 5. Multisensor YSI 30

Tipo	Cantidad de sólidos disueltos (g/Kg) (ppt) (‰) (ups)
Limnético	< 0.5
Oligohalino	0.5 a 5.0
Mesohalino	5.0 a 18.0
Polihalino	18.0 a 30.0
Euhalino	30.0 a 40
Hiperhalino	> 40.0

Fig. 6. Escala de Carriker (Tomado de De la Lanza, 1994).



Fig. 7. Oxímetro Oakton Waterproof.

Tipo de laguna	Descripción	Cantidad de oxígeno disuelto (mg/L)
Hipóxicas	Valores considerados nocivos para la biota acuática	2 – 3
Óxicas	Valores óptimos para el desarrollo de los organismos	3 – 5
Hiperóxicas	Característico de aguas muy productivas debido a que estas concentraciones representan, en la mayoría de los casos, niveles de sobresaturación del gas cuyo origen se presume en los productores primarios autóctonos	>5

Fig. 8. Escala de oxígeno disuelto (Tomado de Contreras-Espinosa, 2001).

La profundidad (cm), se registró con una ecosonda portátil Depthmate Speedtech modelo SM-5 (Fig. 9) y la transparencia (cm) se registró utilizando un disco de Secchi LaMotte con cinta métrica (Fig. 10).



Fig. 9. Ecosonda portátil.



Fig. 10. Disco de Secchi.

Para el registro de pH se usó un potenciómetro modelo Waterproof pH Testr 1 (Fig. 11).



Fig. 11. Potenciómetro.

Los organismos se recolectaron realizando arrastres circulares superficiales de aproximadamente cinco minutos, utilizando una red cónica estándar *Water Mark* de 50 cm de diámetro y 363 μm de abertura en malla con copo colector (Fig. 12). Se registró la velocidad de la lancha y distancia recorrida para obtener los litros filtrados. La muestra se colocó en un frasco de vidrio debidamente etiquetado y se fijó con formol al 10%. En el laboratorio la muestra fue pasada a alcohol al 70% para su preservación.

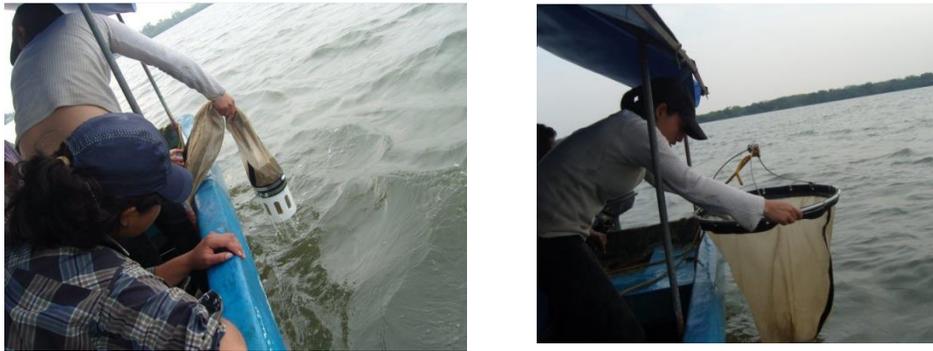


Fig. 12. Red cónica Water Mark

Los grupos fueron identificados a nivel permisible con base en Rodríguez-Varela *et al.* (2013). La clasificación y el nombre científico y válido para los grupos colectados, fue con base en WoRMS Editorial Board (2018).

Se realizó un conteo directo de los individuos mediante un microscopio estereoscópico (Fig. 13), una vez contados, se conservaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%. Para determinar la biomasa, se utilizó la técnica de peso húmedo utilizando una báscula analítica digital Acculab Pocket Pro de capacidad máxima de 10 ± 0.001 g. La abundancia se estandarizó a ind/100 L y la biomasa a g/100 L (Fig. 14).



Fig. 13. Conteo de organismos.



Fig. 14. Peso de organismos.

Análisis de datos

Se aplicó una prueba de F de Fisher para determinar la homogeneidad de los datos y posteriormente se aplicó una prueba de t-Student para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre superficie y fondo ($p \geq 0.05$) y, al no haber diferencias entre éstas, se promediaron ambos niveles (Zar, 1999).

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre años de muestreo se aplicó un análisis de varianza de un factor y para determinar el año (s) diferente (s) posteriormente se aplicó una prueba de LSD ($p \leq 0.05$).

Las variables ambientales y la distribución en su expresión de densidad (ind/100 L) y biomasa (g/100 L) fueron representadas con el programa Surfer versión 8 (Golden Software, inc., 2002) mediante mapas de isolíneas (Zar, 1999).

Utilizando los índices de acuerdo a Brower *et al.* (1998) y Krebs (2014), se calcularon las características de la comunidad con el programa Microsoft Office Excel 2010 y Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (PRIMER), versión 6. 6. 6. (Clarke y Warwick, 2001), tales como:

✻ **Riqueza (n):** Número de grupos colectados en la estación “i”.



✧ **Densidad (D_i):**

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

Donde:

- n_i = Densidad de la especie "i"
- A= Área o volumen total muestreado o filtrado.

✧ **Densidad relativa (RD):**

$$RD = \left(\frac{D_i}{\sum D} \right) \times 100$$

Donde:

- D_i = Densidad de la especie "i"
- $\sum D$ = Suma de las densidades de todas las especies.

✧ **Frecuencia (f_i):**

$$F_i = \frac{J_i}{K}$$

Donde:

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

✧ **Frecuencia relativa (Rf_i):**

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

Donde:

- f_i = Frecuencia de la especie "i"
- $\sum f_i$ = Suma de las frecuencias de todas las especies.



✿ **Dominancia (C_i):**

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

Donde:

- a_i = Biomasa de la especie "i"
- A= Biomasa total pesada.

✿ **Dominancia relativa (RC_i):**

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

Donde:

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

✿ **Valor de Importancia (VI_i):**

$$VI_i = RD_i + Rf_i + RC_i$$

Donde:

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

✿ **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'):**

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

Donde:

- H' = Diversidad de Shannon-Wiener (nits).



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

✧ **Equitatividad de Pielou (J):**

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

Donde:

- H' = Valor de diversidad de Shannon-Wiener.
- H_{max} = Diversidad bajo condiciones de máxima equitatividad ($\ln S$).
- S = Riqueza específica.



Resultados

Fisicoquímicos

Profundidad

En secas 2011, se registró un promedio de 151.15 cm, con un intervalo entre 60 cm a los 390 cm. Las zonas de menor profundidad se registraron al norte de La Redonda y, al este y oeste de Mandinga con promedio de 109.59 cm, mientras las zonas de mayor profundidad se registraron al norte de La Larga con promedio de 323.33 cm (Fig. 15 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 125.33 cm, con un intervalo entre 90 cm a los 180 cm. Las zonas de menor profundidad se registraron al centro de Mandinga y norte de La Redonda con promedio de 102.22 cm, mientras las zonas de mayor profundidad se registraron al norte y sur de Mandinga y al sur de La Redonda con promedio de 176.67 cm (Fig. 15 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 124.62 cm, con un intervalo entre 80 cm a los 160 cm. Las zonas de menor profundidad se registraron al oeste de Mandinga y al este de La Redonda con promedio de 85 cm, mientras las zonas de mayor profundidad se registraron al sur de la Redonda y al centro de Mandinga con promedio de 147.50 cm (Fig. 15 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 161.50 cm, con un intervalo entre 90 cm a los 340 cm. Las zonas de menor profundidad se registraron al norte de Mandinga con promedio de 136.88 cm, mientras las zonas de mayor profundidad se registraron al suroeste de Mandinga con promedio de 340 cm (Fig. 15 D).

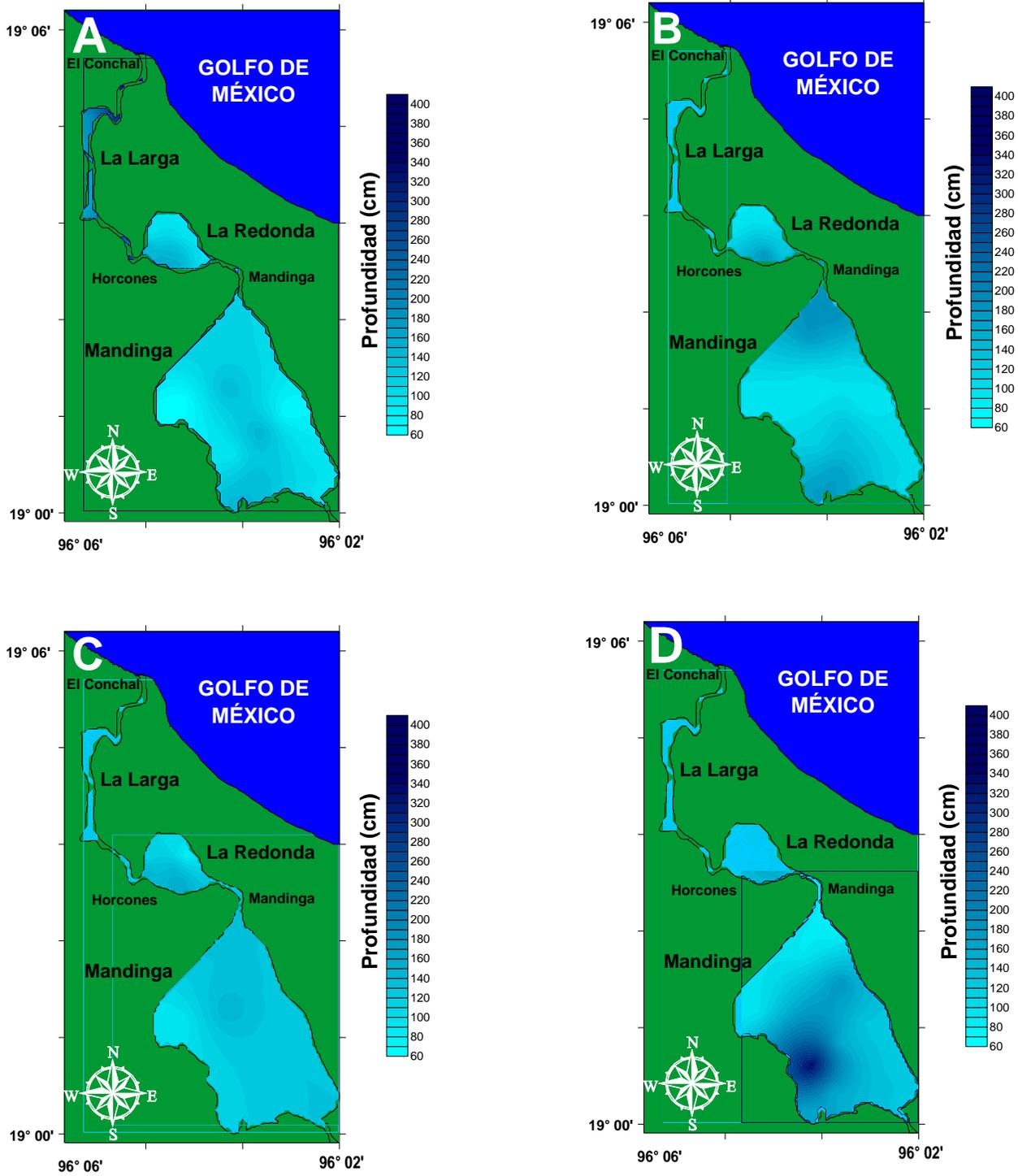


Fig. 15. Cambios en la profundidad (cm) del Sistema Lagunar de Mandinga en temporada de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

En los muestreos realizados del 2011 al 2015 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p= 0.3101$). El promedio de todos los años fue 140.65 cm, en donde el año de menor profundidad fue el 2013 con 124.62 cm y el de mayor profundidad fue el 2015 con 161.50 cm. En la figura 16 se muestra el promedio de los diferentes años.

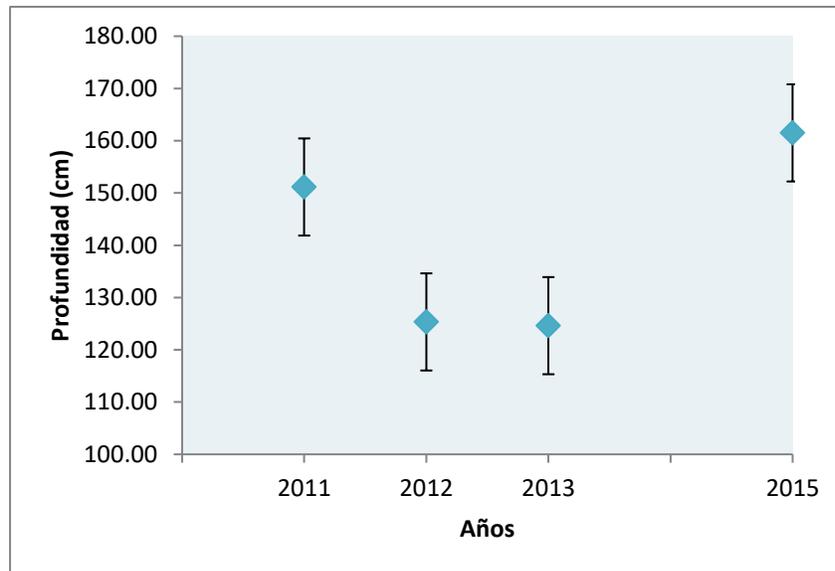


Fig. 16. Promedio de la profundidad (cm) en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga.



Transparencia

En secas 2011, se registró un promedio 79.33 cm, con un intervalo entre 22 cm a los 148 cm. Las zonas de menor transparencia se registraron al norte de Mandinga con promedio de 46.75 cm, mientras las zonas de mayor transparencia se registraron al norte de La Larga y sur de Mandinga con promedio de 130 cm (Fig. 17 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 70.53 cm, con un intervalo entre 21 cm a los 130 cm. Las zonas de menor transparencia se registraron al norte de La Redonda con promedio de 44.67 cm, mientras las zonas de mayor transparencia se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 114 cm (Fig. 17 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 86.35 cm, con un intervalo entre 67 cm a los 112 cm. Las zonas de menor transparencia se registraron al centro de Mandinga con promedio de 74.08 cm, mientras las zonas de mayor transparencia se registraron al suroeste de La Redonda con promedio de 102.75 cm (Fig. 17 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 73.85 cm, con un intervalo entre 49 cm a los 107 cm. Las zonas de menor transparencia se registraron al norte y sureste de Mandinga con promedio de 53.50 cm, mientras las zonas de mayor transparencia se registraron al sur y oeste de Mandinga con promedio de 97.50 cm (Fig. 17 D).

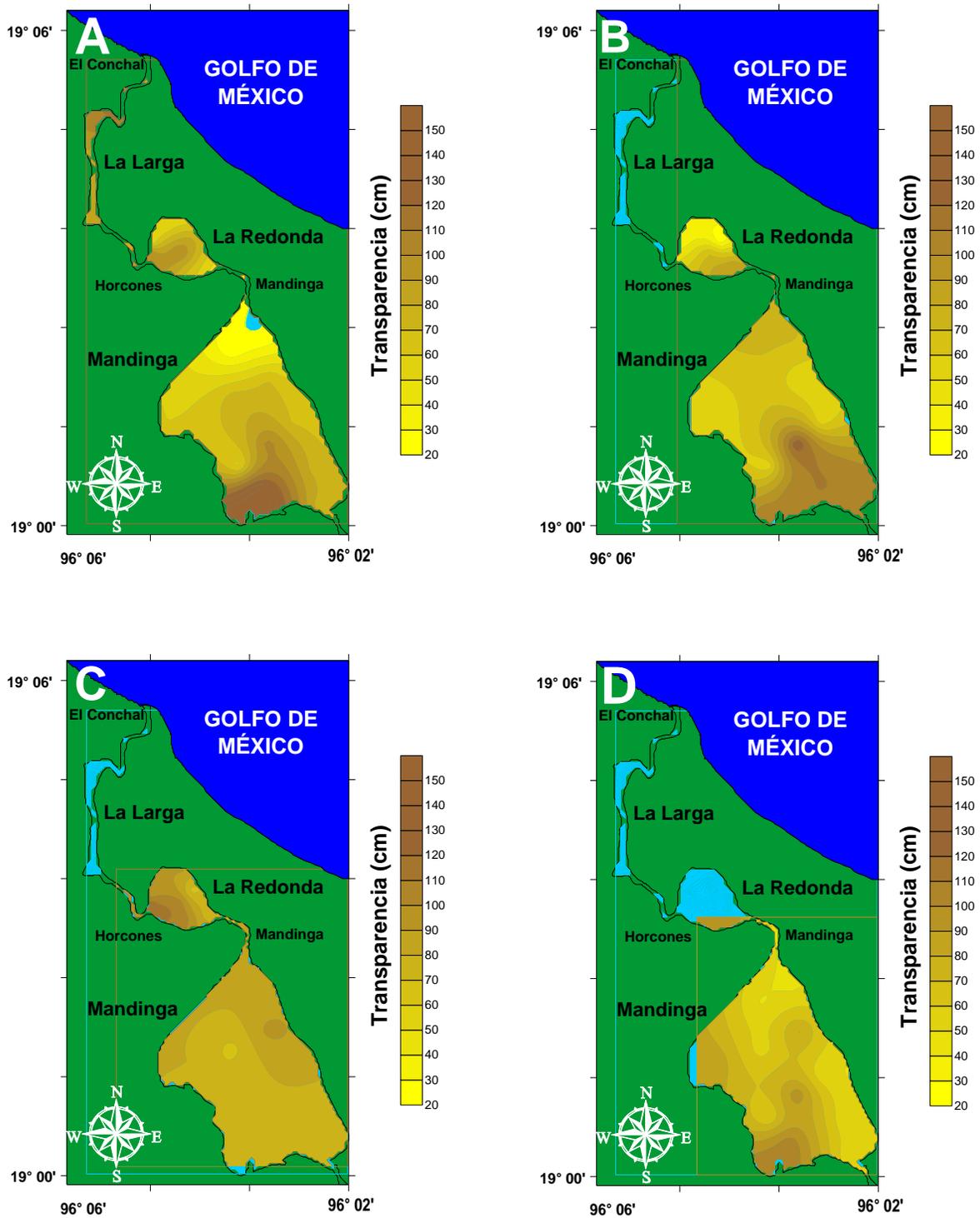


Fig. 17. Cambios en la transparencia (cm) del Sistema Lagunar de Mandinga en temporada de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

En los muestreos realizados del 2011 al 2015 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.363$). El promedio de todos los años fue 77.51 cm, en donde el año de menor transparencia fue el 2015 con 73.85 cm y el de mayor transparencia fue el 2013 con 86.34 cm. En la figura 18 se muestra el promedio de los diferentes años.

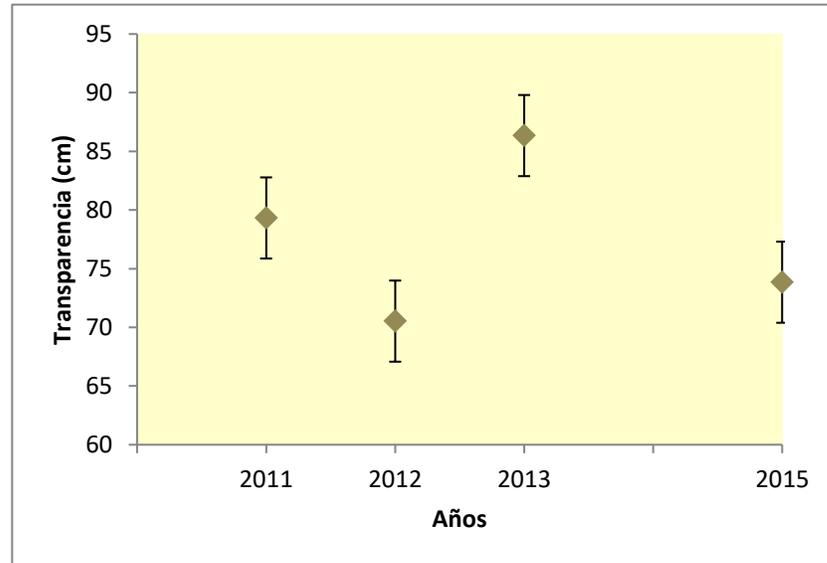


Fig. 18. Promedio de la transparencia (cm) en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga.



Temperatura del agua

En secas 2011, se registró un promedio de 27.75 °C, con un intervalo entre 26.15 °C a los 29.45 °C. Las zonas de menor temperatura se registraron al centro de La Larga y al sureste de Mandinga con promedio de 26.78 °C, mientras las zonas de mayor temperatura se registraron al oeste de Mandinga y al norte de La Redonda con promedio de 28.79 °C (Fig. 19 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 29.03 °C, con un intervalo entre 27.35 °C a los 30.15 °C. Las zonas de menor temperatura se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 27.35 °C, mientras las zonas de mayor temperatura se registraron al oeste de Mandinga y al norte de La Redonda con promedio de 29.71 °C (Fig. 19 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 21.63 °C, con un intervalo entre 20.45 °C a los 22.35 °C. Las zonas de menor temperatura se registraron al noreste de La Redonda y al sureste de Mandinga con promedio de 20.45 °C, mientras las zonas de mayor temperatura se registraron al noroeste de Mandinga y en el estero Horcones con promedio de 22.09 °C (Fig. 19 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 29.58 °C, con un intervalo entre 28.10 °C a los 31.20 °C. Las zonas de menor temperatura se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 28.42 °C, mientras las zonas de mayor temperatura se registraron al noreste de Mandinga con promedio de 31.13 °C (Fig. 19 D).

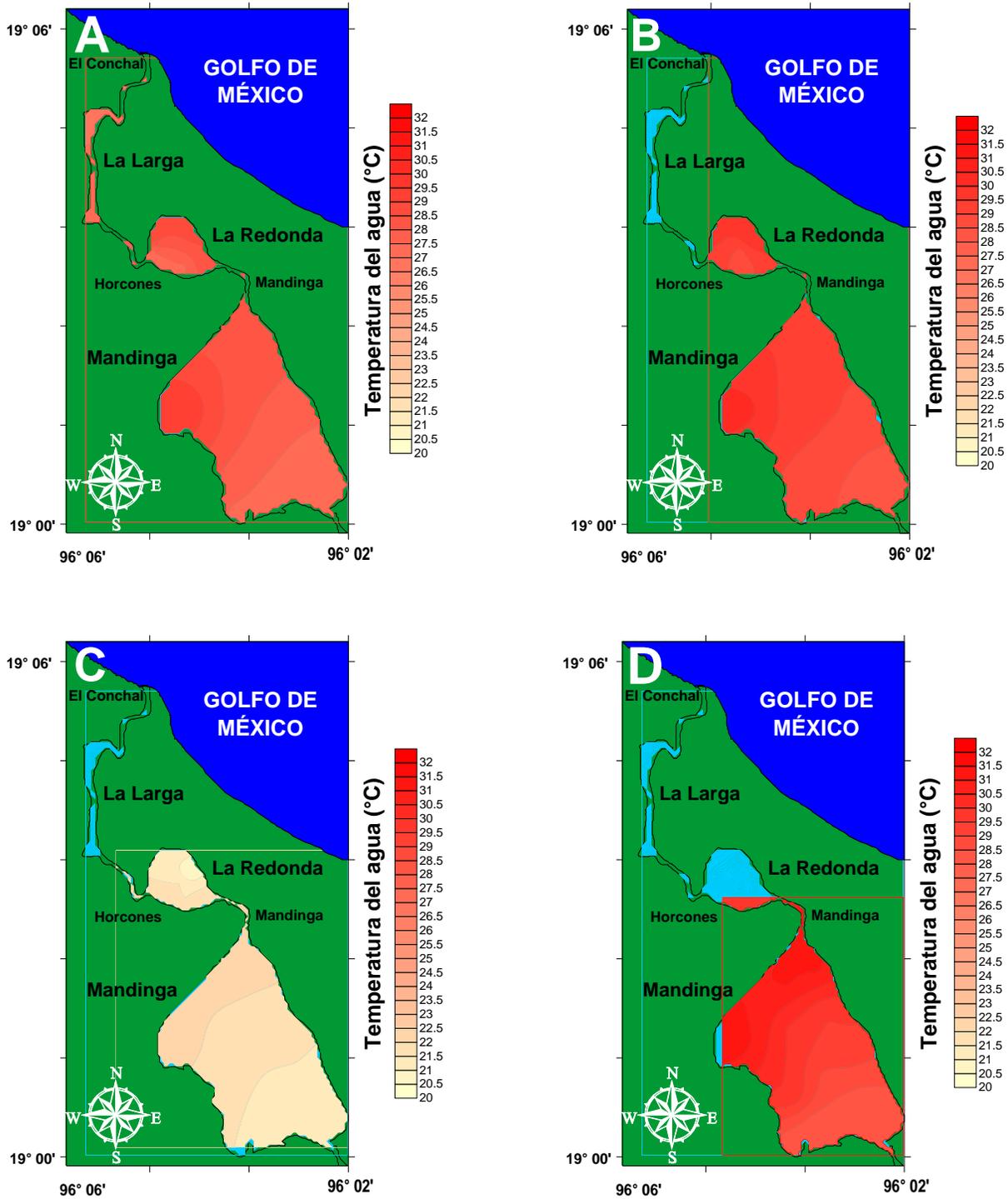


Fig. 19. Cambios en la temperatura del agua (°C) del Sistema Lagunar de Mandinga en temporada de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

En los muestreos realizados del 2011 al 2015 sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=1.19 \times 10^{-33}$), a excepción de la variable 2011 vs 2015, todos los años muestran diferencias estadísticamente significativas. El promedio de todos los años fue $26.99\text{ }^{\circ}\text{C}$, en donde el año de menor temperatura fue el 2013 con $21.62\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el de mayor temperatura fue el 2015 con $29.57\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la figura 20 se muestra el promedio de los diferentes años.

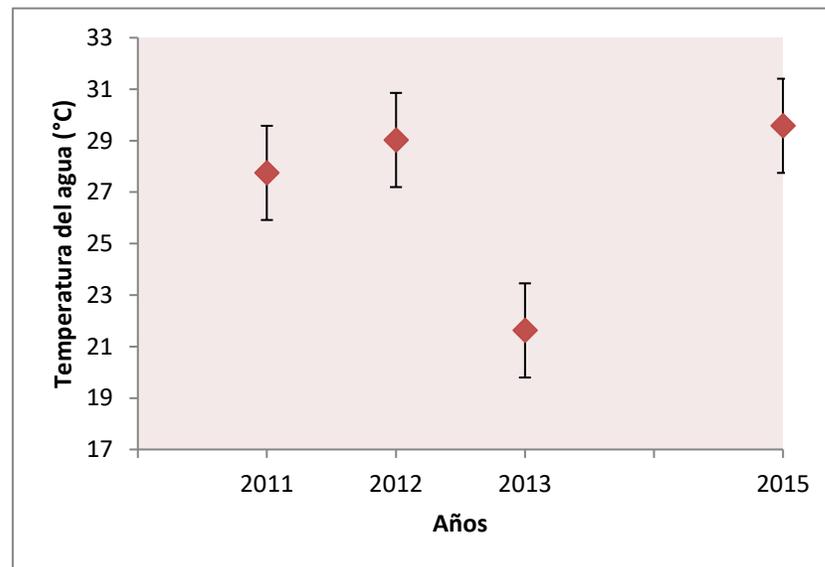


Fig. 20. Promedio de la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga



Oxígeno disuelto

En secas 2011, se registró un promedio de 7.92 mg/ L, con un intervalo entre 6.44 mg/ L a los 9.09 mg/ L. Las zonas de menor concentración de oxígeno disuelto se registraron al centro de La Larga y al sur de La Redonda y Mandinga con promedio de 6.82 mg/ L, mientras las zonas de mayor concentración de oxígeno disuelto se registraron al este y oeste de Mandinga con promedio de 8.62 mg/ L (Fig. 21 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 10.15 mg/ L, con un intervalo entre 8.97 mg/ L a los 11.96 mg/ L. Las zonas de menor concentración de oxígeno disuelto se registraron al noroeste de La Redonda y al sureste de Mandinga con promedio de 9.33 mg/ L, mientras las zonas de mayor concentración de oxígeno disuelto se registraron al oeste de Mandinga con promedio de 11.96 mg/ L (Fig. 21 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 11 mg/ L, con un intervalo entre 9.85 mg/ L a los 11.63 mg/ L. Las zonas de menor concentración de oxígeno disuelto se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 10.44 mg/ L, mientras las zonas de mayor concentración de oxígeno disuelto se registraron al norte de Mandinga con promedio de 11.27 mg/ L (Fig. 21 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 6.70 mg/ L, con un intervalo entre 5.35 mg/ L a los 7.42 mg/ L. Las zonas de menor concentración de oxígeno disuelto se registraron al sur de Mandinga con promedio de 5.35 mg/ L, mientras las zonas de mayor concentración de oxígeno disuelto se registraron al norte de Mandinga con promedio de 7.32 mg/ L (Fig. 21 D).

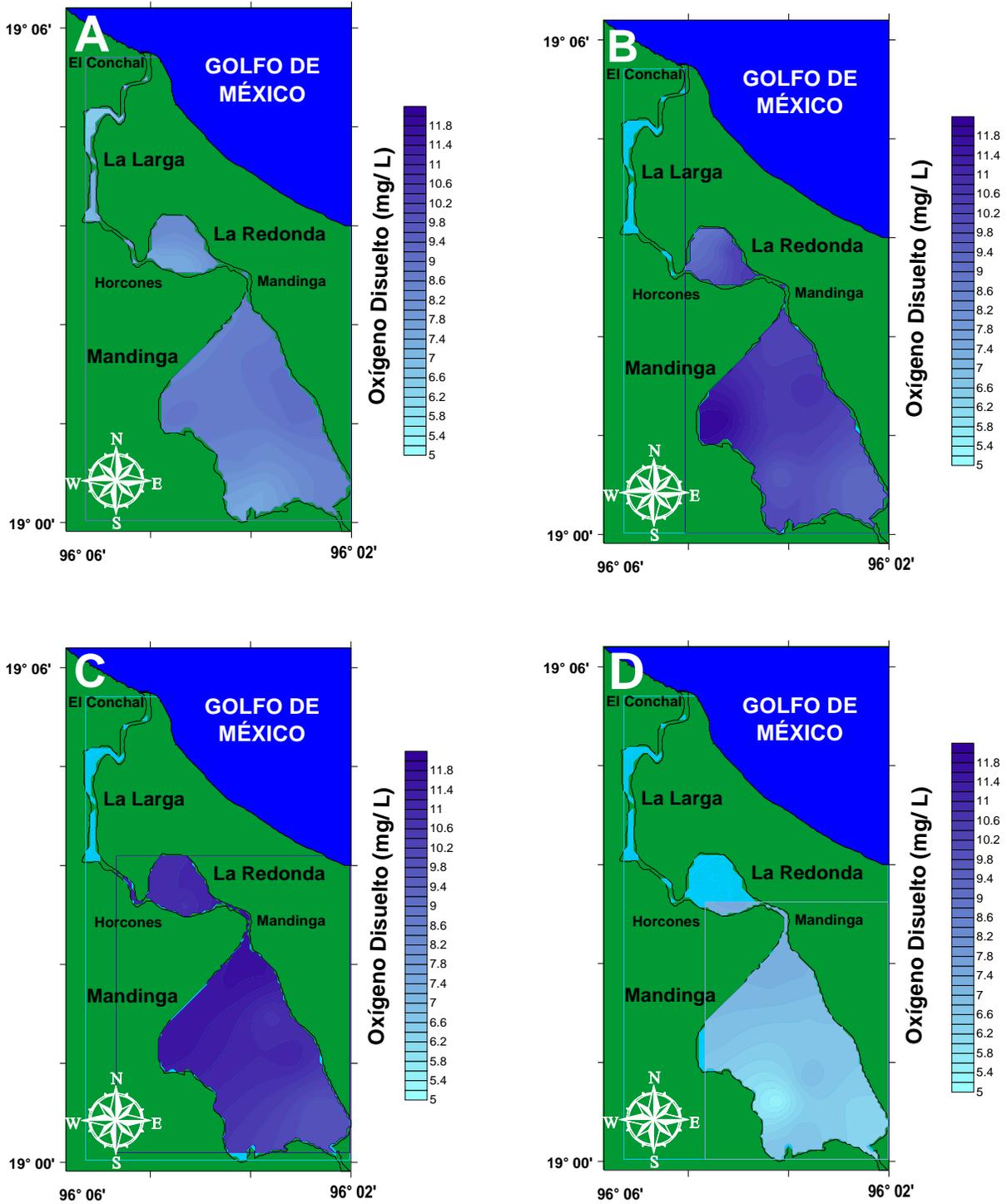


Fig. 21. Cambios en la concentración de oxígeno disuelto (mg/ L) del Sistema Lagunar de Mandinga en temporada de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

En los muestreos realizados del 2011 al 2015 sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=1.07 \times 10^{-22}$) en todos los años. El promedio de todos los años fue 8.94 mg/ L, en donde el año de menor oxígeno disuelto fue el 2015 con 6.69 mg/ L y el de mayor oxígeno disuelto fue el 2013 con 11.00 mg/ L. En la figura 22 se muestra el promedio de los diferentes años.

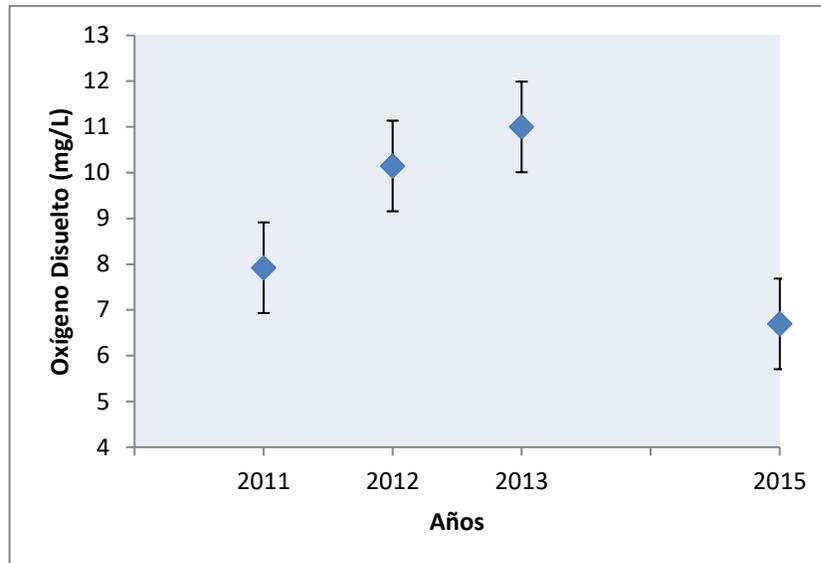


Fig. 22. Promedio del oxígeno disuelto (mg/ L) en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga



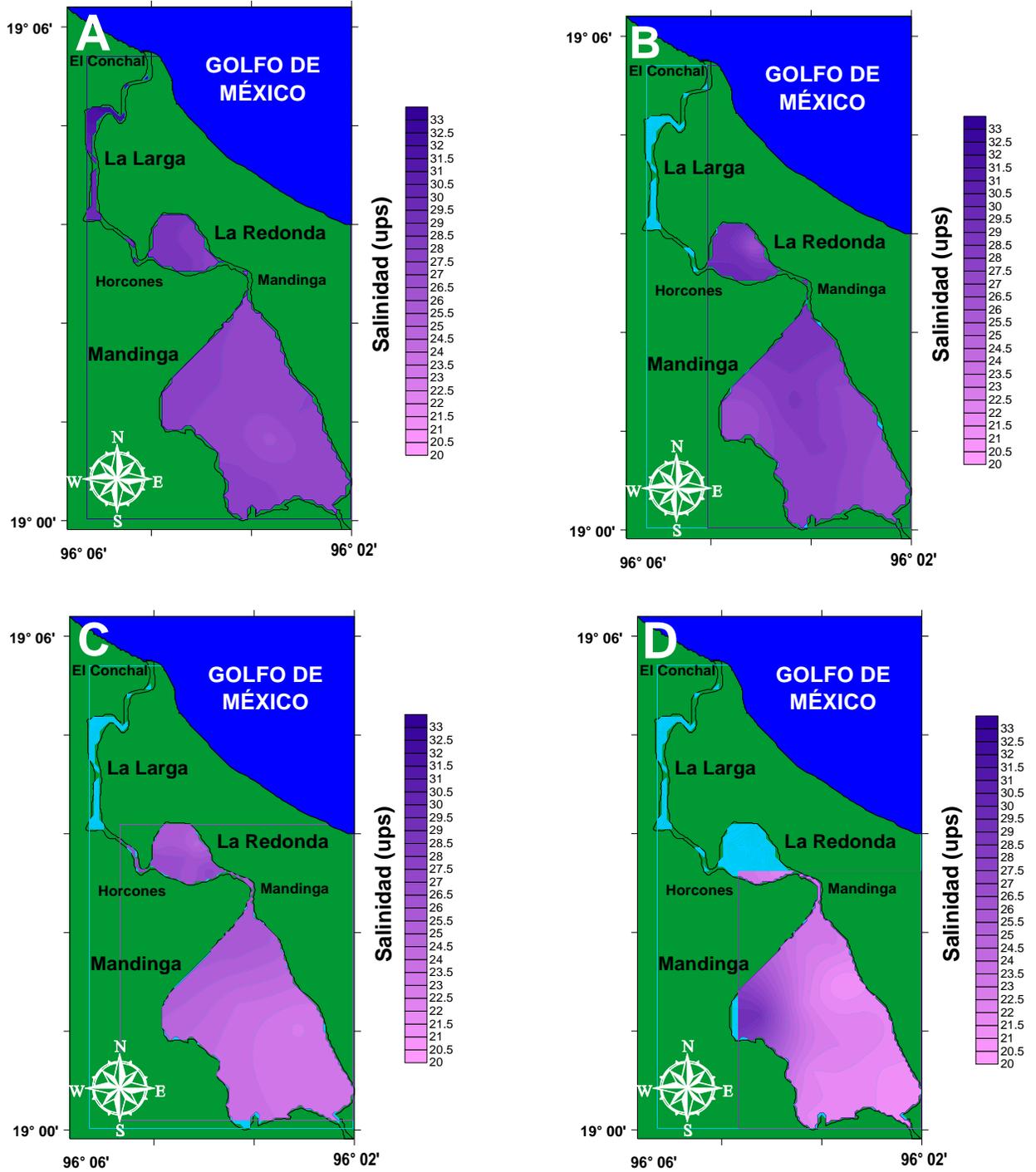
Salinidad

En secas 2011, se registró un promedio de 28.64 ups, con un intervalo entre 26.25 ups a los 32.85 ups. Las zonas de menor salinidad se registraron al sur de Mandinga con promedio de 27.44 ups, mientras las zonas de mayor salinidad se registraron al norte de la Larga y oeste de La Larga con promedio de 32.33 ups (Fig. 23 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 28.26 ups, con un intervalo entre 26.20 ups a los 31.25 ups. Las zonas de menor salinidad se registraron este y oeste de Mandinga y al este de La Redonda con promedio de 26.98 ups, mientras las zonas de mayor salinidad se registraron al oeste de La Redonda y al norte de Mandinga con promedio de 31.25 ups (Fig. 23 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 25.33 ups, con un intervalo entre 22.90 ups a los 27.30 ups. Las zonas de menor salinidad se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 23.65 ups, mientras las zonas de mayor salinidad se registraron al sur de La Redonda y en el estero Horcones con promedio de 26.79 ups (Fig. 23 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 22.86 ups, con un intervalo entre 20.95 ups a los 29.22 ups. Las zonas de menor salinidad se registraron al este de Mandinga con promedio de 22.15 ups, mientras las zonas de mayor salinidad se registraron al oeste de Mandinga con promedio de 29.22 ups (Fig. 23 D).



En los muestreos realizados del 2011 al 2015 sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=4.79 \times 10^{-07}$), excepto entre los años 2011 y 2012. El promedio de todos los años fue 27.23 ups, en donde el año de menor salinidad fue el 2013 con 25.33 ups y el de mayor salinidad fue el 2011 con 28.64 ups. En la figura 24 se muestra el promedio de los diferentes años.

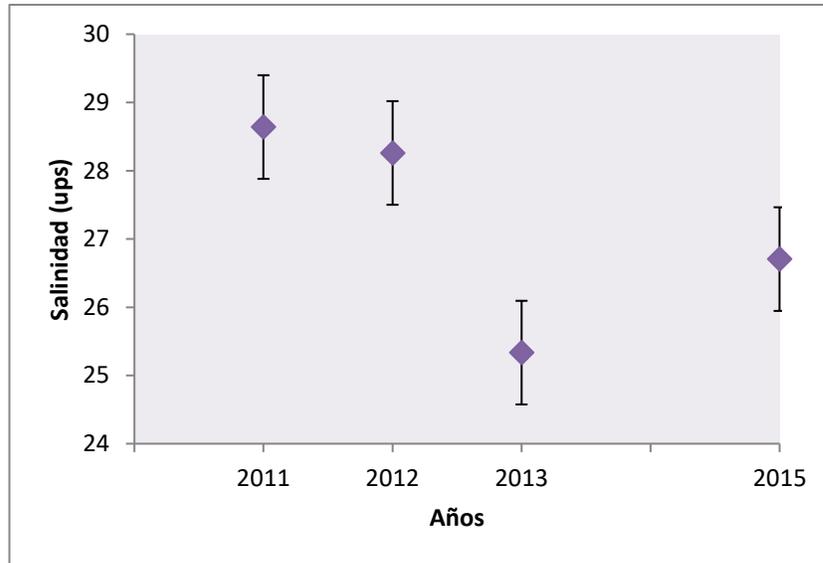


Fig. 24. Promedio de salinidad (ups) en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga



pH

En secas 2011, se registró un promedio de 7.93, con un intervalo entre 7.50 a los 8.10. Las zonas de menor pH se registraron al oeste de La Redonda y al centro de La Larga con promedio de 7.70, mientras las zonas de mayor pH se registraron al este de Mandinga con promedio de 8.03 (Fig. 25 A).

En secas 2012, se registró un promedio de 8.02, con un intervalo entre 7.70 a los 8.20. Las zonas de menor pH se registraron al noroeste de La Redonda con promedio de 7.70, mientras las zonas de mayor pH se registraron al sureste de Mandinga con promedio de 8.09 (Fig. 25 B).

En secas 2013, se registró un promedio de 7.84, con un intervalo entre 7.70 a los 8.00. Las zonas de menor pH se registraron al sur de La Redonda y Mandinga con promedio de 7.75, mientras las zonas de mayor pH se registraron al norte de Mandinga con promedio de 7.91 (Fig. 25 C).

En secas 2015, se registró un promedio de 8.17, con un intervalo entre 7.95 a los 8.20. Las zonas de menor pH se registraron al sur de Mandinga con promedio de 7.95, mientras las zonas de mayor pH se registraron al noroeste de Mandinga con promedio de 8.19 (Fig. 25 D).

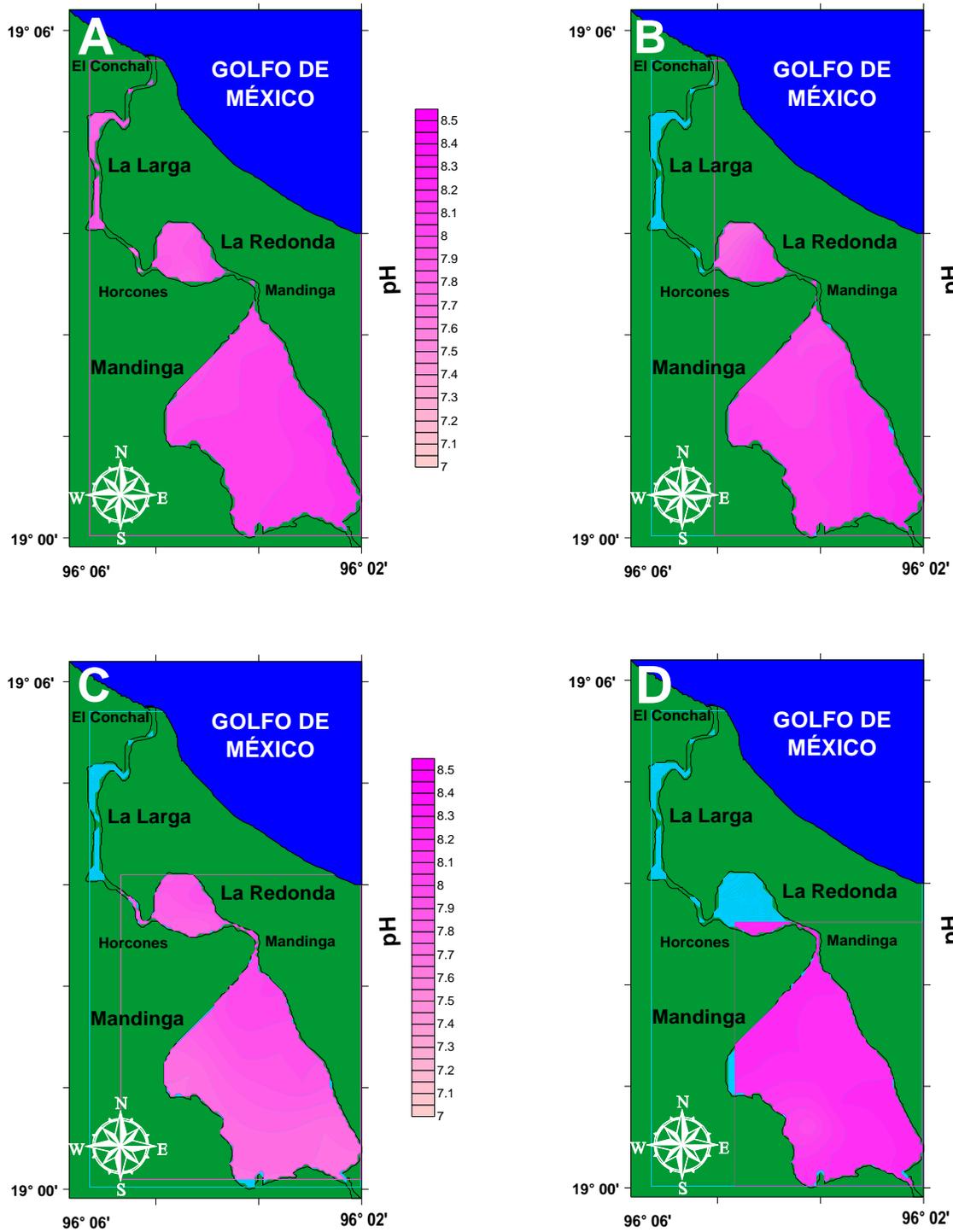


Fig. 25. Cambios en el pH del Sistema Lagunar de Mandinga en temporada de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

En los muestreos realizados del 2011 al 2015 sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=1.78 \times 10^{-07}$) en todos los años de muestreo. El promedio de todos los años fue 7.98, en donde el año de menor pH fue el 2013 con 7.84 y el de mayor pH fue el 2015 con 8.16. En la figura 26 se muestra el promedio de los diferentes años.

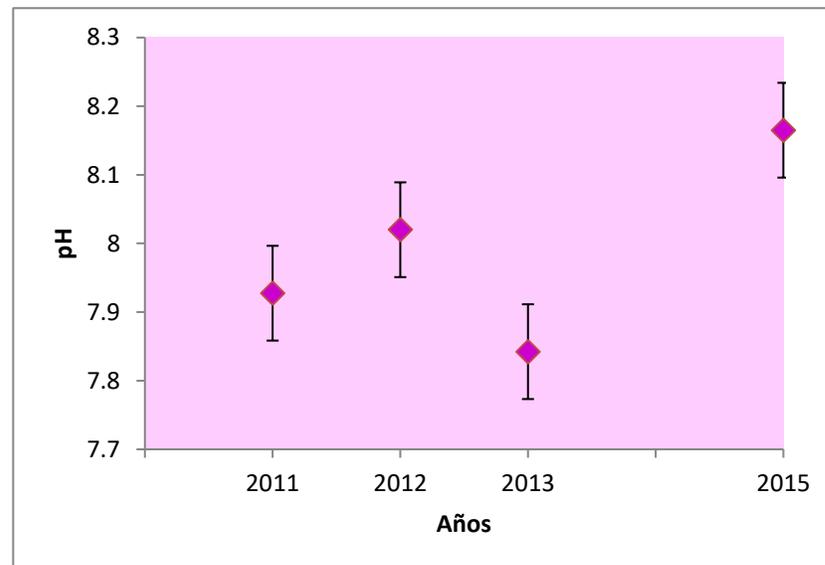


Fig. 26. Promedio de pH en los diferentes años en el Sistema Lagunar de Mandinga.



Se recolectaron 30 grupos en secas 2011, 24 grupos en secas 2012, 20 grupos en secas 2013 y 28 grupos en secas 2015 (Tabla 1).

Tabla 1. Presencia y ausencia de los organismos colectados en el Sistema Lagunar de Mandinga.

GRUPO	2011	2012	2013	2015
Polychaeta	X	X	X	X
Huevo de crustáceo	X	X	X	-
Cladocera	X	X	X	X
Calanoida	X	X	X	X
Cyclopoida	X	X	X	X
Harpacticoida	X	X	X	X
Larva nauplio de cirripedio	X	X	X	X
Larva cipris	X	X	X	X
Sergestidae	X	-	-	X
Larva nauplio	X	X	-	-
Larva zoea	X	X	X	X
Larva mysis	X	X	X	X
Larva megalopa	X	X	-	X
Amphipoda	X	X	X	X
Isopoda	X	X	X	X
Mysidacea	X	-	-	X
Tanaidacea	X	X	X	X
Ostracoda	X	X	X	X
Chaetognatha	X	X	X	X
Appendicularia	X	-	-	X
Huevo de pez	X	X	X	X
Larva de pez	X	-	X	X
Cnidaria	X	X	X	X
Ctenophora	X	X	X	X
Larva trocófora	X	X	-	X
Bivalvia	X	-	X	X
Gastropoda	X	X	-	X
Nematoda	X	-	-	X
Rotifera	X	X	-	X
Foraminifera	X	X	-	X
Total	30	24	20	28

Distribución de la densidad y biomasa



Polychaeta. Durante secas 2011 se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 3.500458 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 27 A). La biomasa osciló entre 0.00000509 g/100 L a los 0.00700 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 28 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 168.18 cm, transparencia promedio de 78.27 cm, temperatura del agua promedio de 27.71 °C, salinidad promedio de 29.12 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.75 mg/L y pH promedio de 7.94.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.063661 ind/100 L a los 0.339530 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 27 B). La biomasa osciló entre 0.000127 g/100 L a los 0.000679 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 28 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 126 cm, transparencia promedio de 72.2 cm, temperatura del agua promedio de 29.04 °C, salinidad promedio de 28.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.24 mg/L y pH de 8.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.203718 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 27 C). La biomasa osciló entre 0.000067 g/100 L a los 0.000407 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 28 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 128.33 cm, transparencia promedio de 87.33 cm, temperatura del agua promedio de 21.33 °C, salinidad promedio de 25.24 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.95 mg/L y pH promedio de 7.8.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.007639 ind/100 L a los 0.050929 ind/100 L, las áreas de mayor densidad fueron registradas al noreste de Mandinga (Fig. 27 D). La biomasa osciló entre 0.000015 g/100 L a los 0.000101 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 28 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 170.62 cm, transparencia promedio de 73.93 cm, temperatura del agua promedio de 29.39 °C, salinidad promedio de 22.90 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.5 mg/L y pH de 8.1.

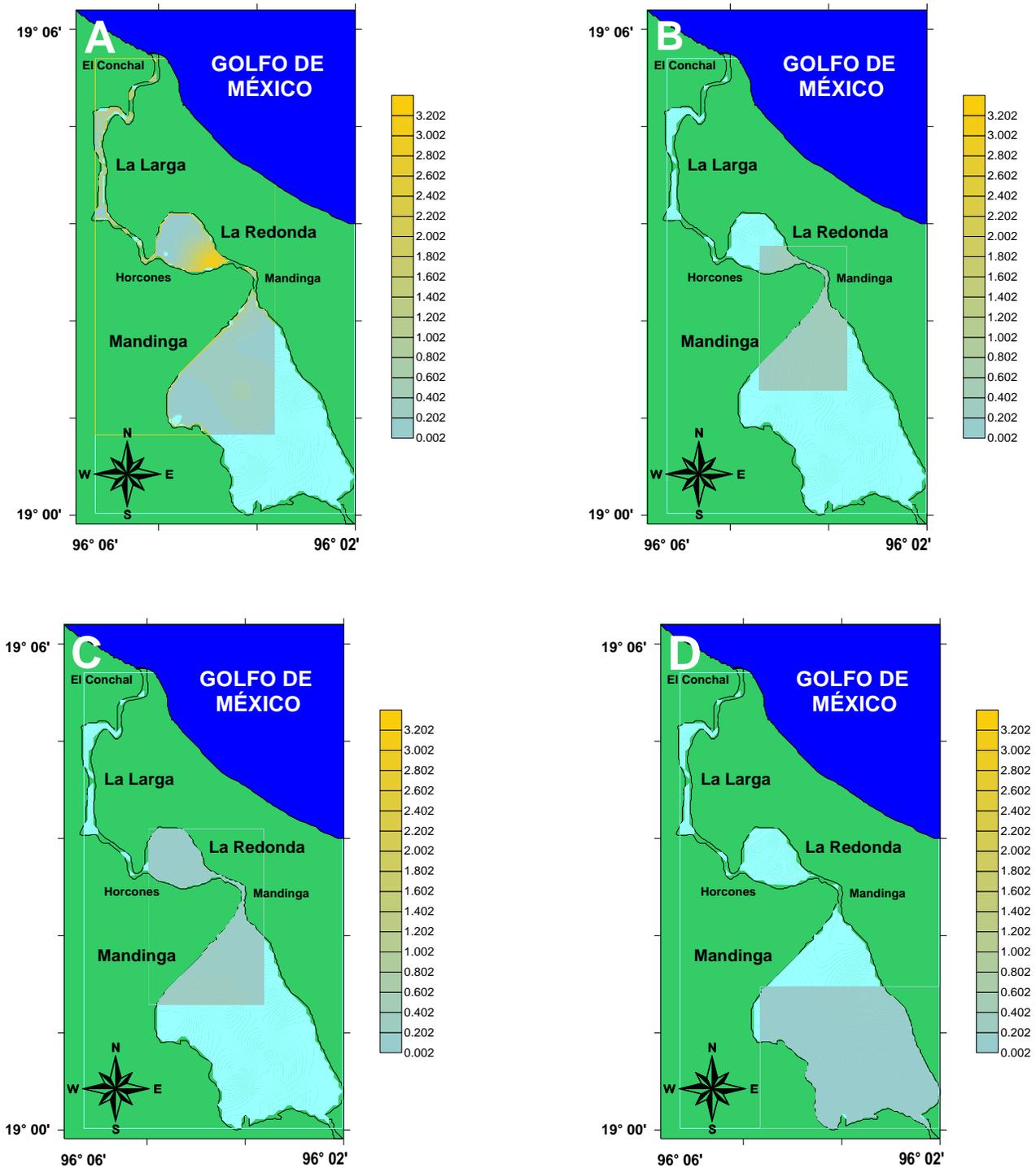


Fig. 27. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Polychaeta en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

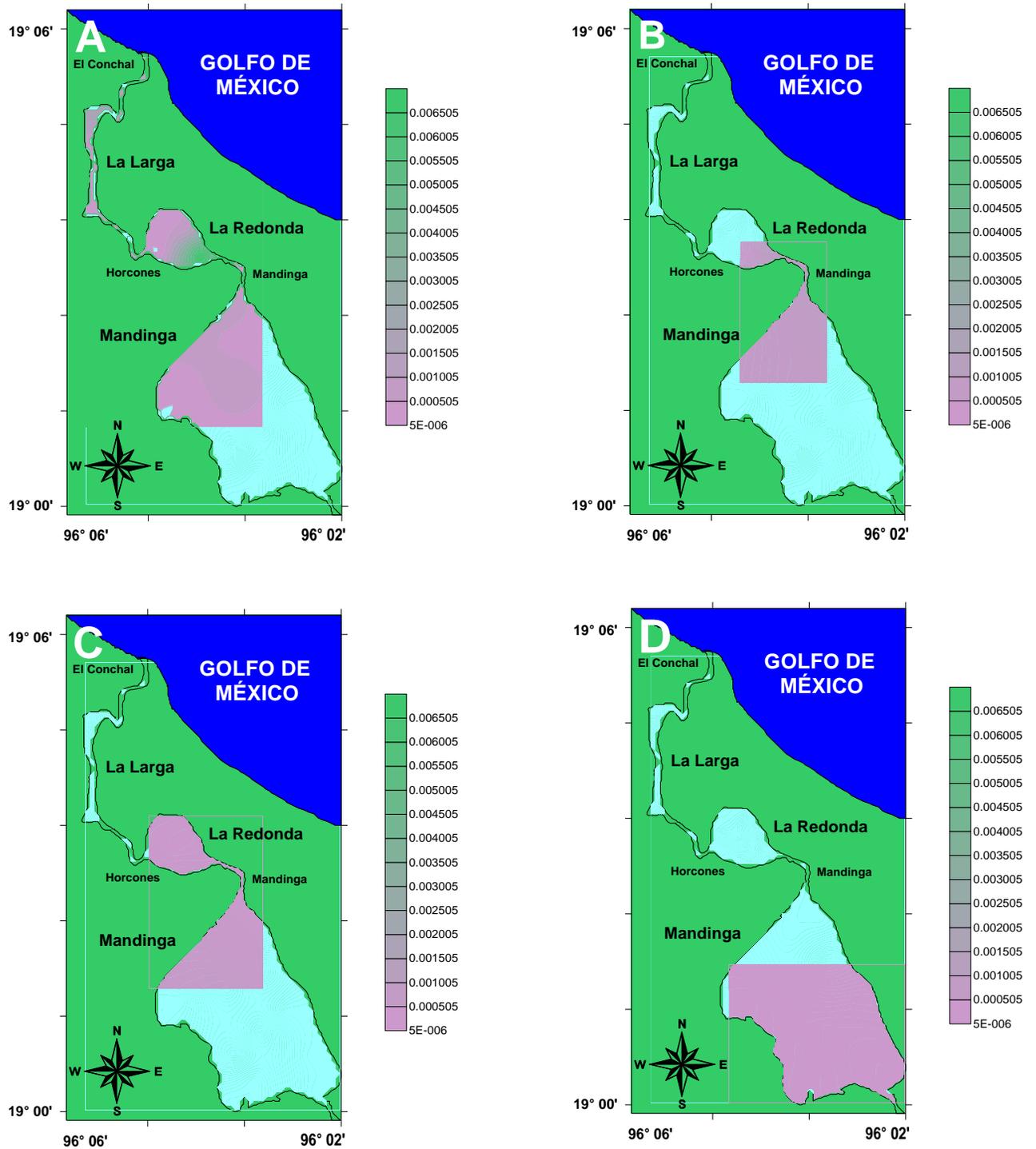


Fig. 28. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Polychaeta en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Huevos de crustáceo: Durante secas 2011, se recolectó en una estación con densidad y biomasa de 0.016928 ind/100 L y 0.0000000067 g/100 L, a una profundidad promedio de 170 cm, transparencia promedio de 82 cm, temperatura del agua promedio de 27.15 °C, salinidad promedio de 29.8 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.18 mg/L y pH de 7.9 al sur de La Larga (Fig. 29 y 30 A).

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.339530 ind/100 L a los 0.381971 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de La Larga y noreste de Mandinga (Fig. 29 B). La biomasa osciló entre 0.00000013 g/100 L a los 0.00000015 g/100 L, las zonas de mayor biomasa se registraron al centro de La Larga y noreste de Mandinga (Fig. 30 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 120 cm, transparencia promedio de 61 cm, temperatura del agua promedio de 28.95 °C, salinidad promedio de 28.37 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.15 mg/L y pH promedio de 8.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.271624 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 29 C). La biomasa osciló entre 0.000000013 g/100 L a los 0.00000010 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 30 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 135 cm, transparencia promedio de 90.5 cm, temperatura del agua promedio de 21.7 °C, salinidad promedio de 26.92 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.07 mg/L y pH promedio de 7.8.

En secas 2015, no se recolectaron huevos de crustáceo.

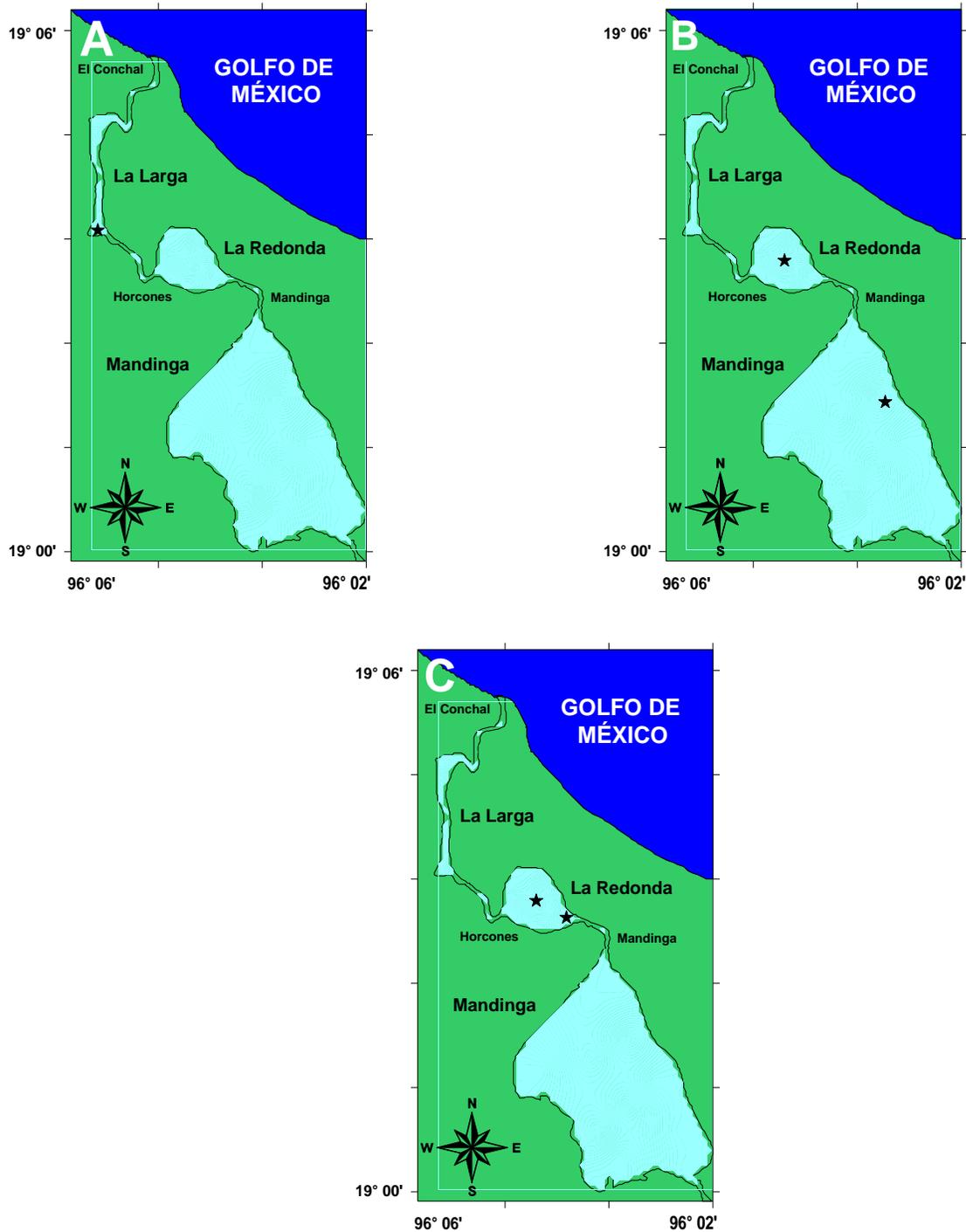


Fig. 29. Cambios de la densidad (ind/100 L) de huevos de crustáceos en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2013 (C).

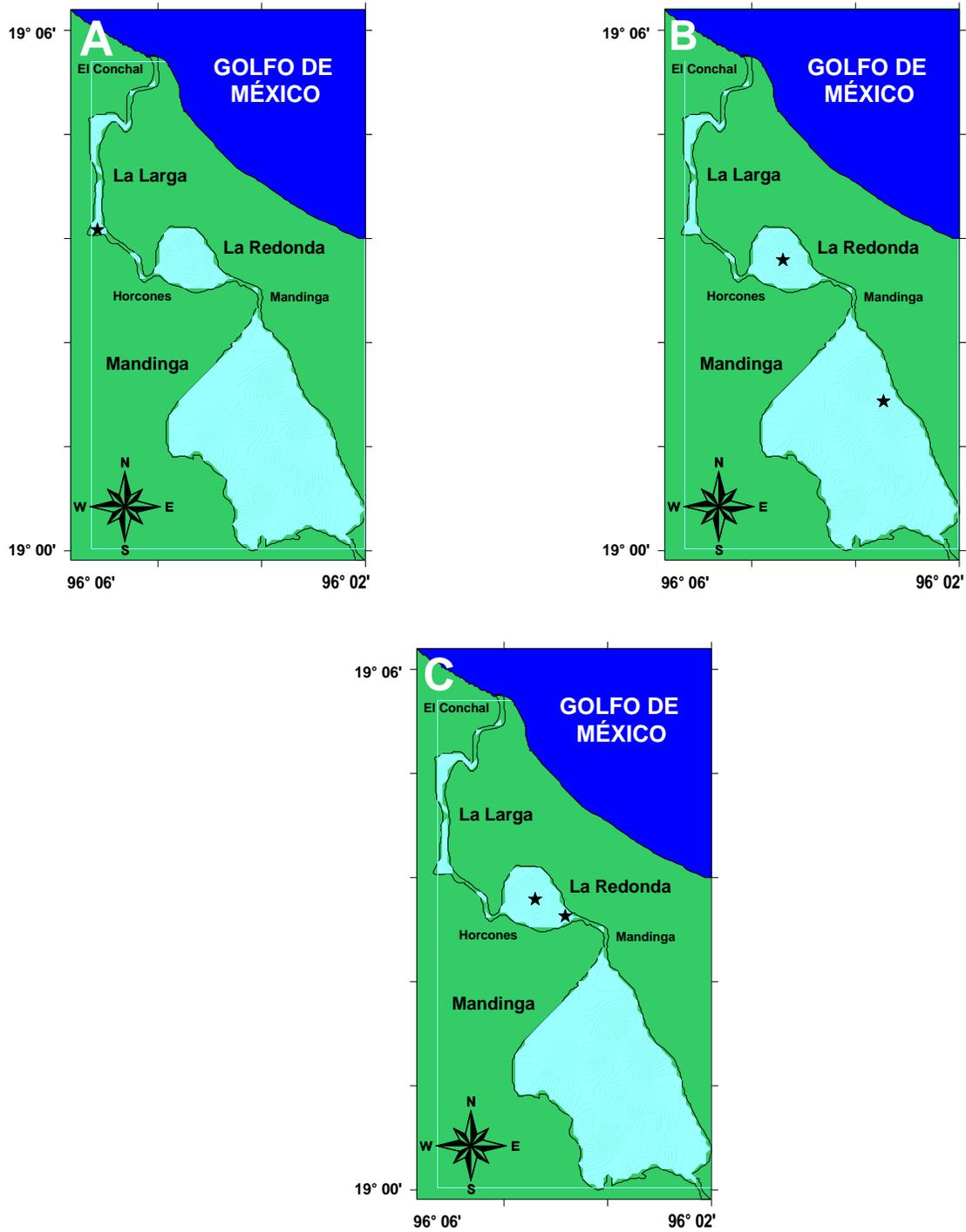


Fig. 30. Cambios de la biomasa (g/100 L) de huevos de crustáceo en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2013 (C).



Cladocera: Durante secas 2011 se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 31.001040 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 31 A). La biomasa osciló entre 0.00000047 g/100 L a los 0.005797 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 32 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 159.50 cm, transparencia promedio de 74.39 cm, temperatura del agua promedio de 27.59 °C, salinidad promedio de 29.03 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.79 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 0.254647 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro y sureste de La Redonda (Fig. 31 B). La biomasa osciló entre 0.000015 g/100 L a los 0.000047 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro y sureste de La Redonda (Fig. 32 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 118.57 cm, transparencia promedio de 65.42 cm, temperatura del agua promedio de 29.03 °C, salinidad promedio de 28.32 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.95 mg/L y pH promedio de 8.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.271624 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de La Redonda (Fig. 31 C). La biomasa osciló entre 0.0000063 g/100 L a los 0.0000507 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de La Redonda (Fig. 32 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 140 cm, transparencia promedio de 90 cm, temperatura del agua promedio de 21.68 °C, salinidad promedio de 26.18 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.04 mg/L y pH promedio de 7.83.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.005092 ind/100 L a los 0.076394 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 31 D). La biomasa osciló entre 0.00000095 g/100 L a los 0.000014 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 32 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 170.71 cm, transparencia promedio de 76.42 cm, temperatura del agua promedio de 29.79 °C, salinidad promedio de 23.20 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.63 mg/L y pH promedio de 8.15.

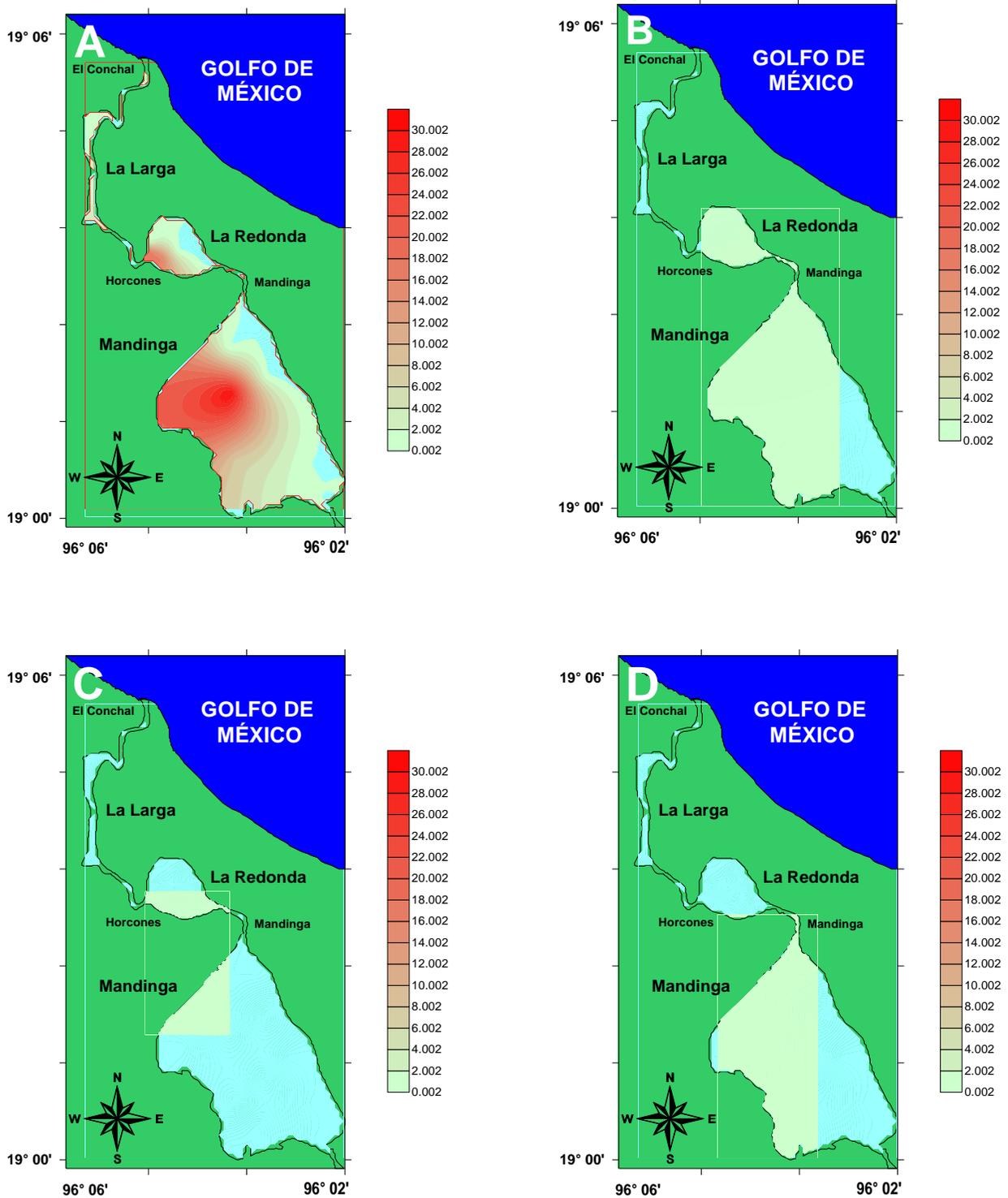


Fig. 31. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Cladocera en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

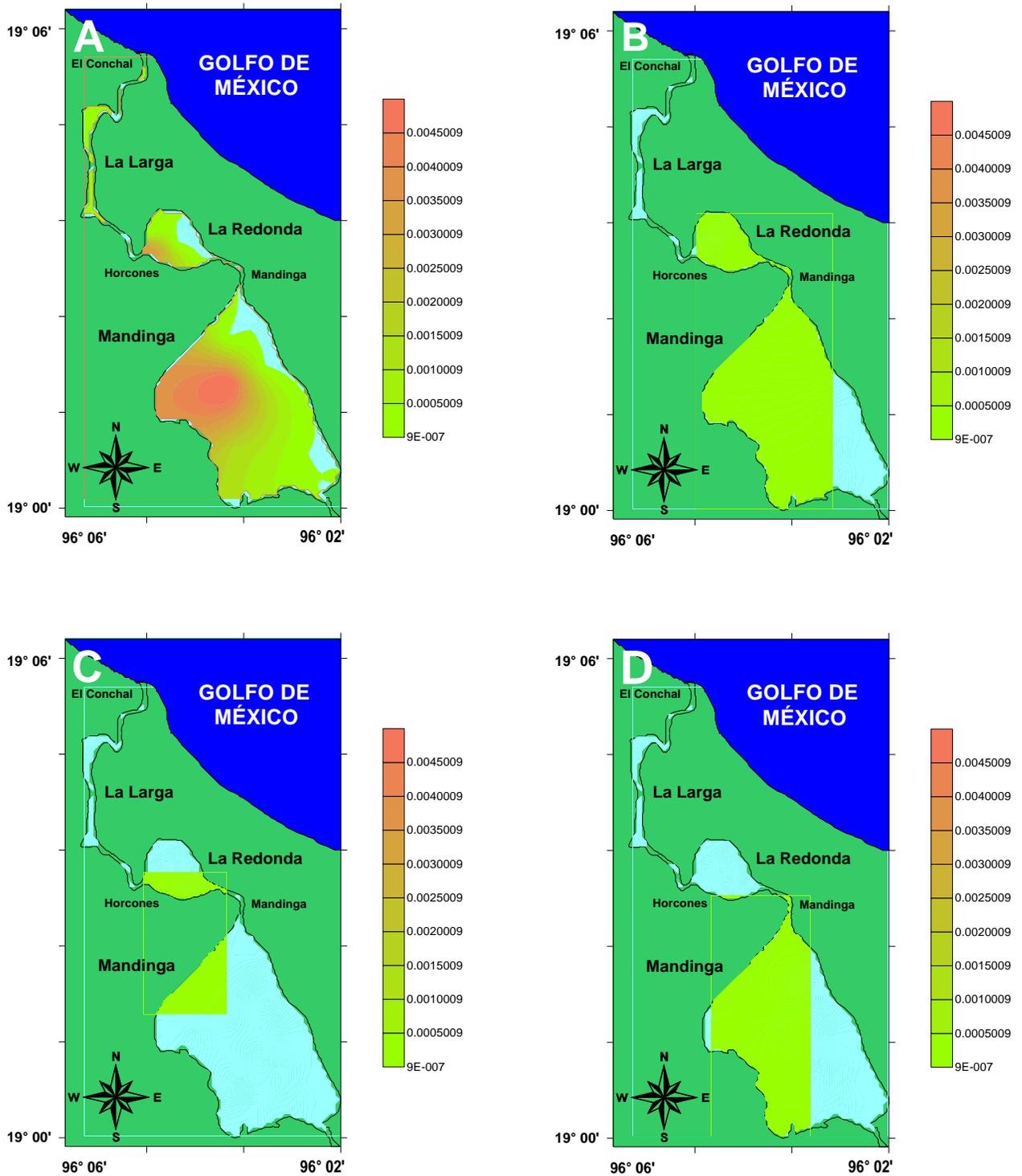


Fig. 32. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Cladocera en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Calanoida: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 1.897307 ind/100 L a los 63.294046 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noroeste de Mandinga y sureste de La Redonda (Fig. 33 A). La biomasa osciló entre 0.000199 g/100 L a los 0.006670 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de Mandinga y sureste de La Redonda (Fig. 34 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 151.15 cm, transparencia promedio de 79.33 cm, temperatura del agua promedio de 27.75 °C, salinidad promedio de 28.64 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.92 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 1.697652 ind/100 L a los 25.379908 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 33 B). La biomasa osciló entre 0.000178 g/100 L a los 0.002674 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 34 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 125.33 cm, transparencia promedio de 70.53 cm, temperatura del agua promedio de 29.02 °C, salinidad promedio de 28.26 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.14 mg/L y pH promedio de 8.02.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.356507 ind/100 L a los 8.454310 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 33 C). La biomasa osciló entre 0.000037 g/100 L a los 0.000891 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 34 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 130 cm, transparencia promedio de 87.59 cm, temperatura del agua promedio de 21.66 °C, salinidad promedio de 25.22 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.97 mg/L y pH promedio de 7.83.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.514388 ind/100 L a los 42.159334 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 33 D). La biomasa osciló entre 0.000054 g/100 L a los 0.004443 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 34 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

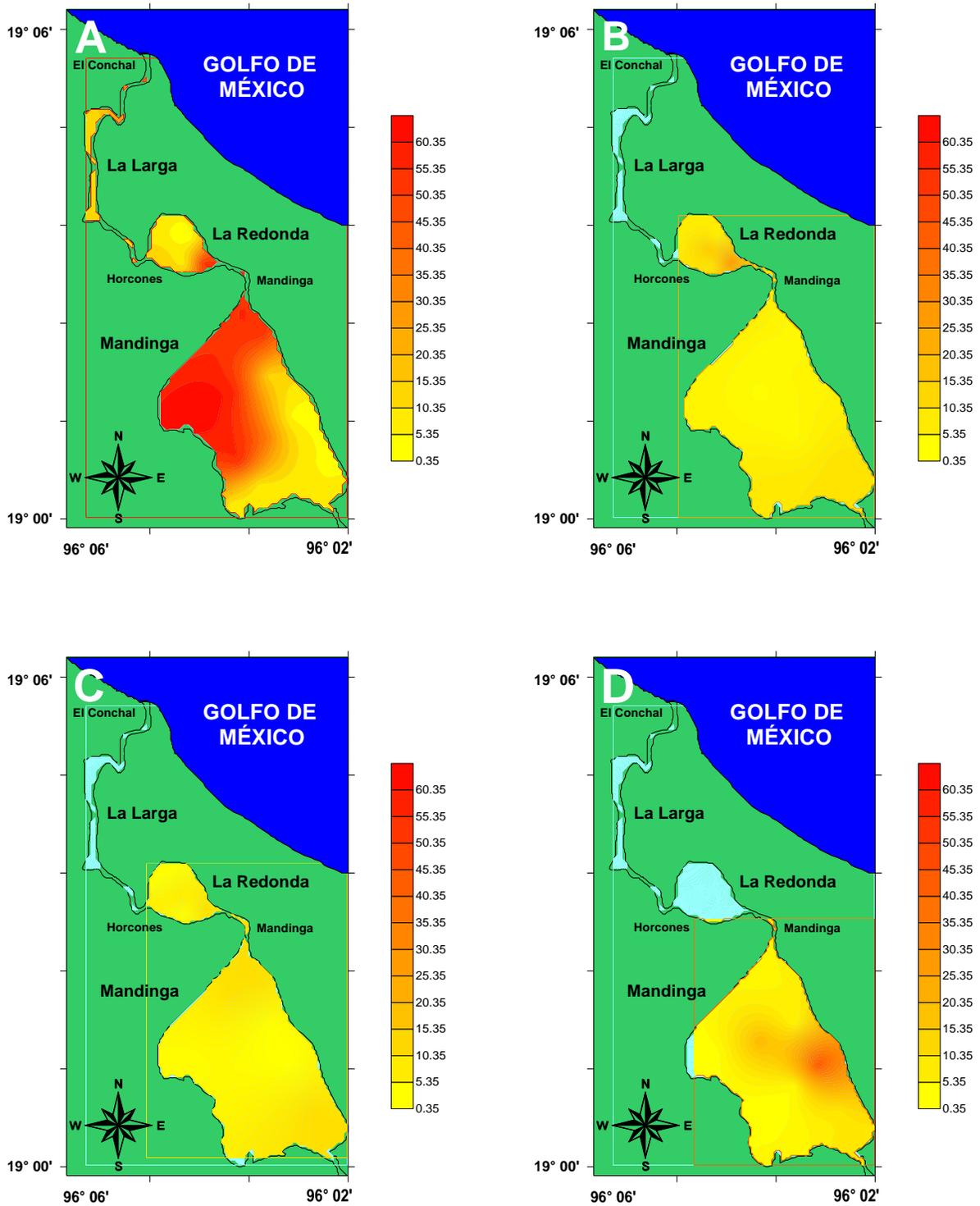


Fig. 33. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Calanoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

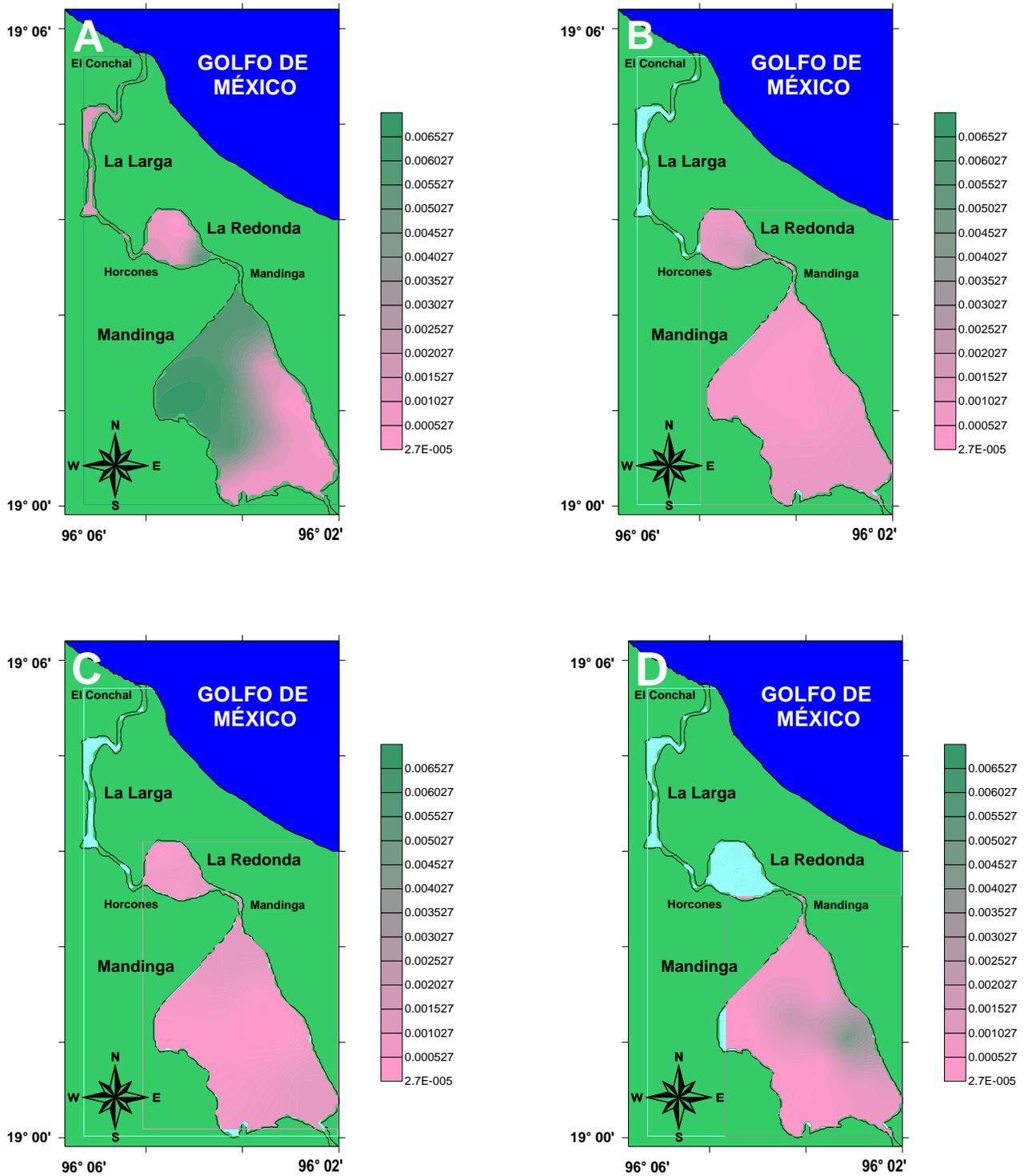


Fig. 34. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Calanoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Cyclopoida: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.015278 ind/100 L a los 8.108847 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron sureste de Mandinga y noreste de Mandinga (Fig. 35 A). La biomasa osciló entre 0.0000024 g/100 L a los 0.001308 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron sureste de Mandinga y noreste de Mandinga (Fig. 36 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 144.37 cm, transparencia promedio de 79.29 cm, temperatura del agua promedio de 27.74 °C, salinidad promedio de 28.61 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.96 mg/L y pH promedio de 7.95.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.169765 ind/100 L a los 9.549296 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de La Redonda (Fig. 35 B). La biomasa osciló entre 0.000027 g/100 L a los 0.001540 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de La Redonda (Fig. 36 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 125.33 cm, transparencia promedio de 70.53 cm, temperatura del agua promedio de 29.02 °C, salinidad promedio de 28.26 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.14 mg/L y pH promedio de 8.02.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.035123 ind/100 L a los 0.882779 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 35 C). La biomasa osciló entre 0.0000056 g/100 L a los 0.000142 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 36 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 124.44 cm, transparencia promedio de 83.38 cm, temperatura del agua promedio de 21.56 °C, salinidad promedio de 25.38 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.98 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.145998 ind/100 L a los 3.094437 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 35 D). La biomasa osciló entre 0.000023 g/100 L a los 0.000499 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 36 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

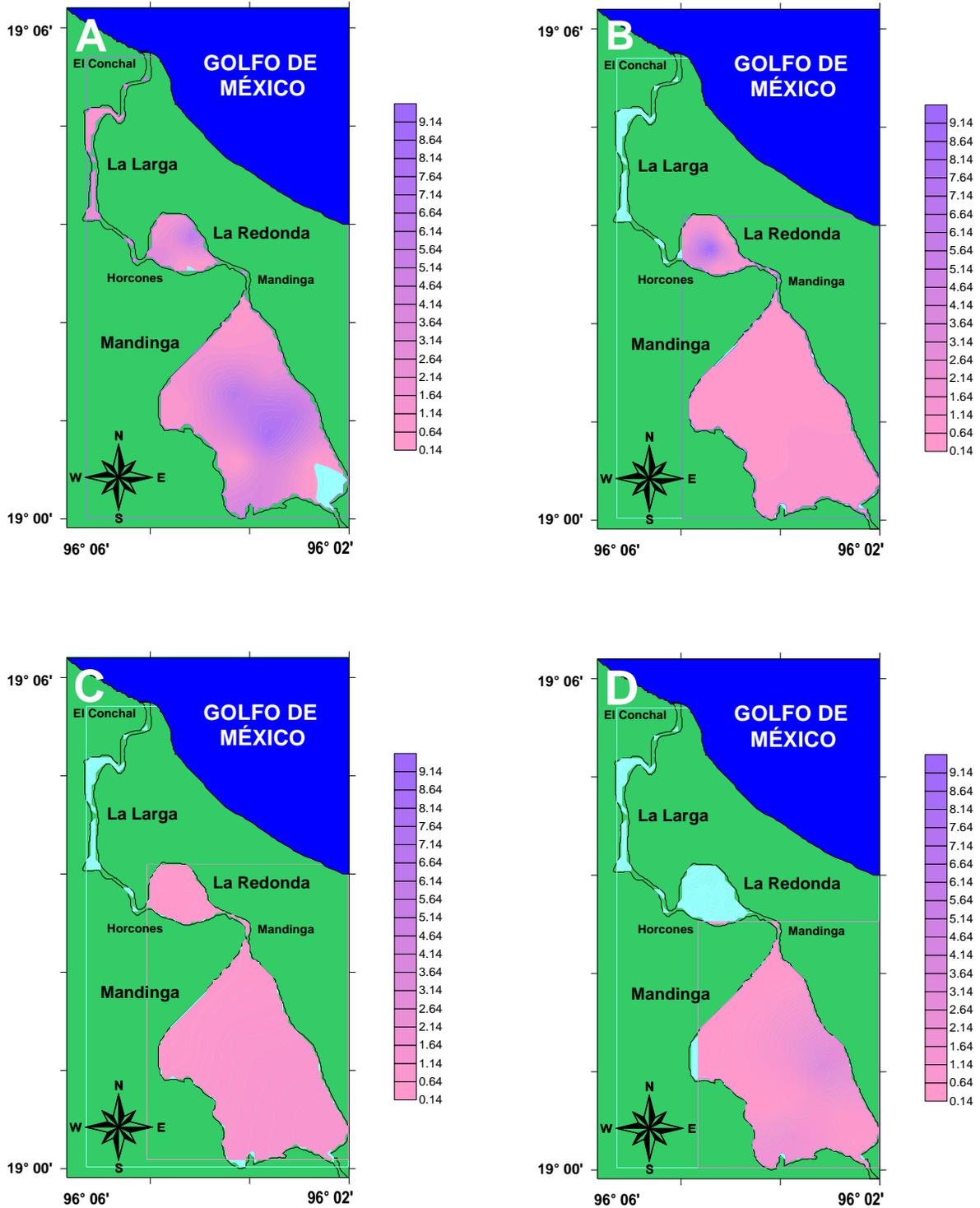


Fig. 35. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Cyclopoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

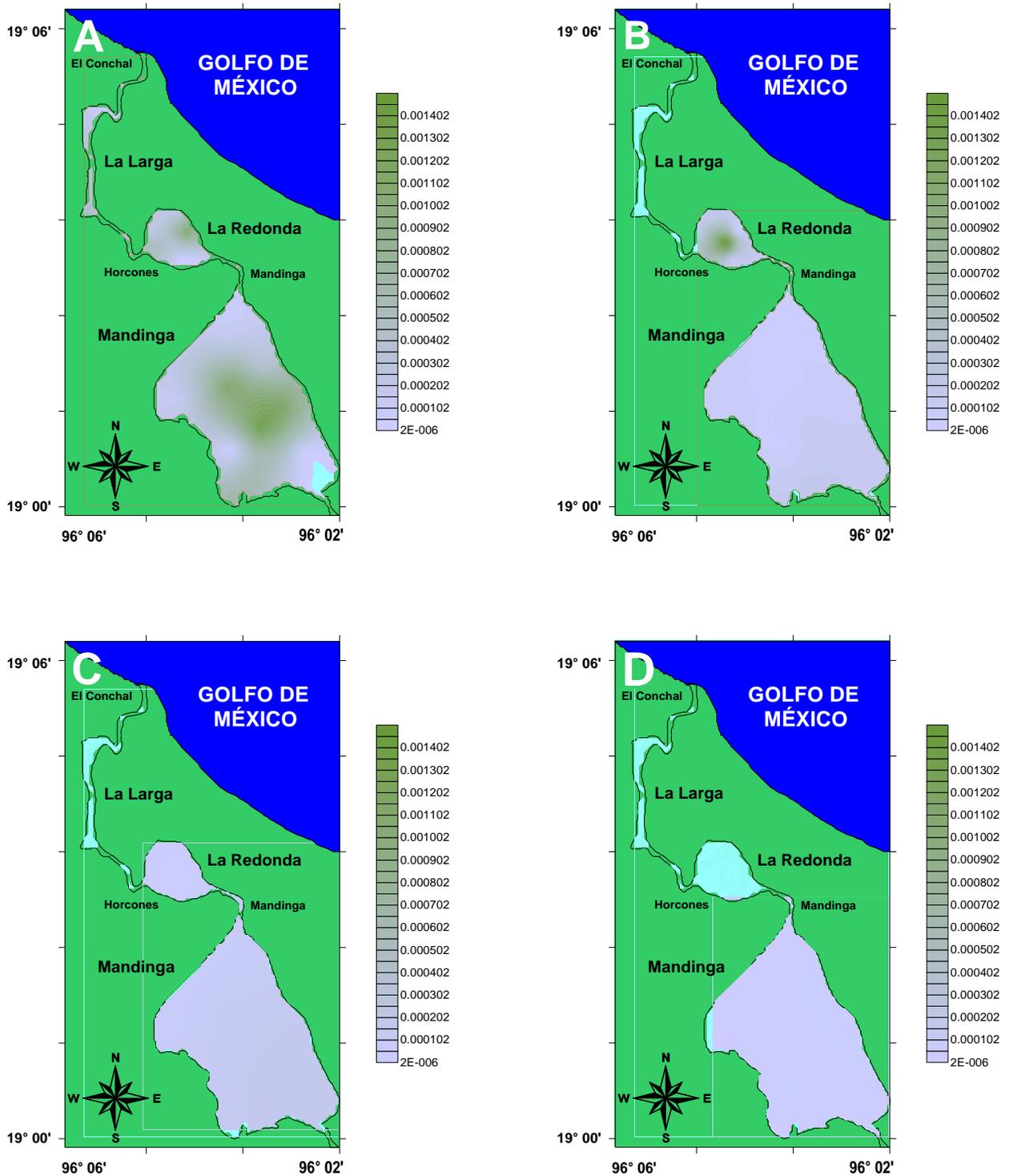
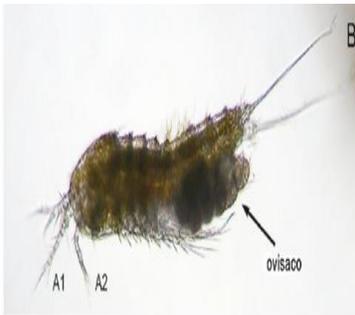


Fig. 36. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Cyclopoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Harpacticoida: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.846402 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de la Larga (Fig. 37 A). La biomasa osciló entre 0.00000033 g/100 L a los 0.000112 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de la Larga (Fig. 38 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 206.67 cm, transparencia promedio de 79.67 cm, temperatura del agua promedio de 27.14 °C, salinidad promedio de 30.35 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.19 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 0.700281 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de La Redonda (Fig. 37 B). La biomasa osciló entre 0.000011 g/100 L a los 0.000093 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de La Redonda (Fig. 38 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 121.66 cm, transparencia promedio de 52 cm, temperatura del agua promedio de 29.20 °C, salinidad promedio de 28.30 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.86 mg/L y pH promedio de 7.95.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.067906 ind/100 L a los 1.159087 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 37 C). La biomasa osciló entre 0.000009 g/100 L a los 0.000154 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 38 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 116.66 cm, transparencia promedio de 82.66 cm, temperatura del agua promedio de 21.28 °C, salinidad promedio de 26.2 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.07 mg/L y pH promedio de 7.86.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.006790 ind/100 L a los 0.555132 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sur de Mandinga (Fig. 37 D). La biomasa osciló entre 0.0000009 g/100 L a los 0.000074 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de Mandinga (Fig. 38 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

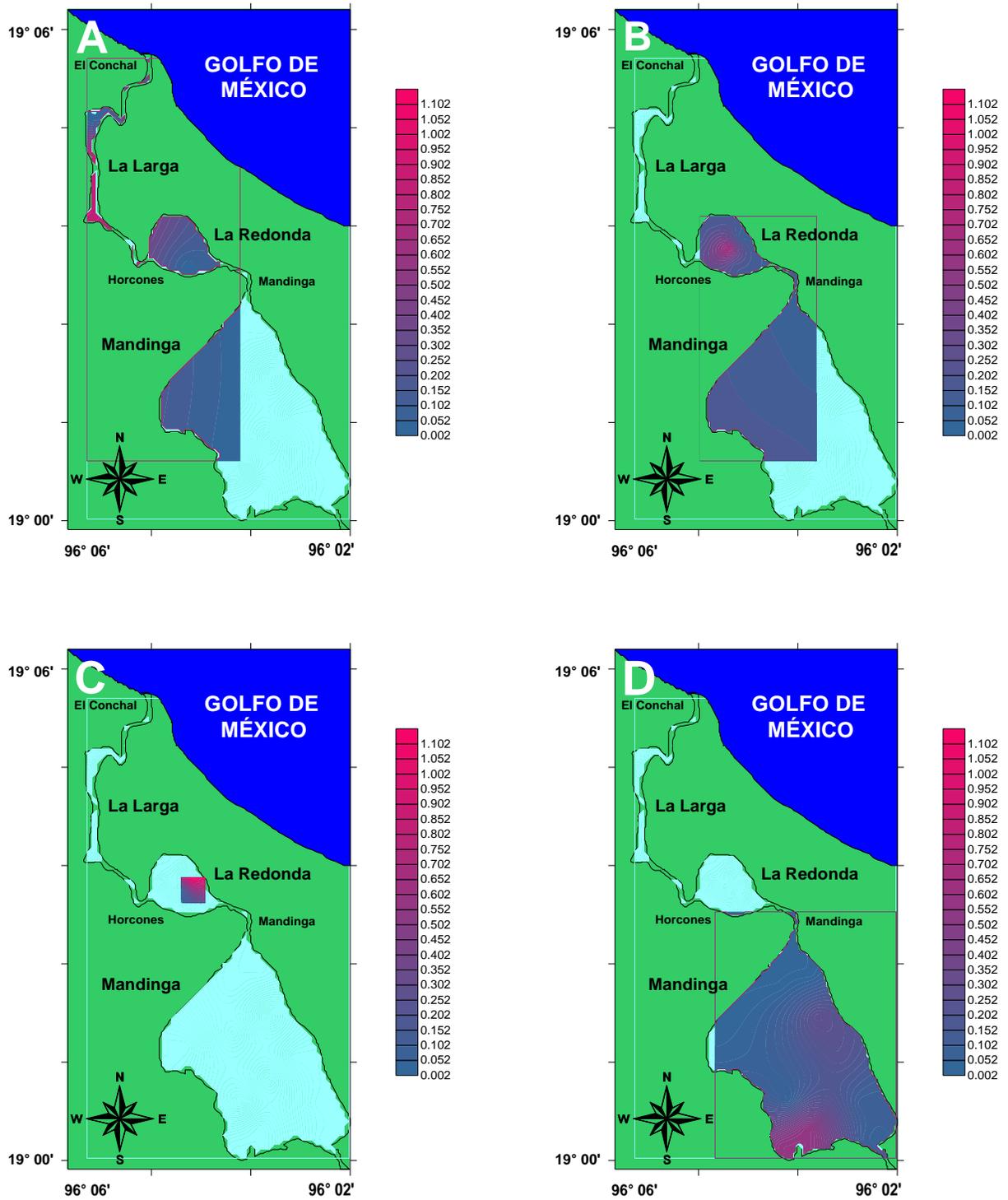


Fig. 37. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Harpacticoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

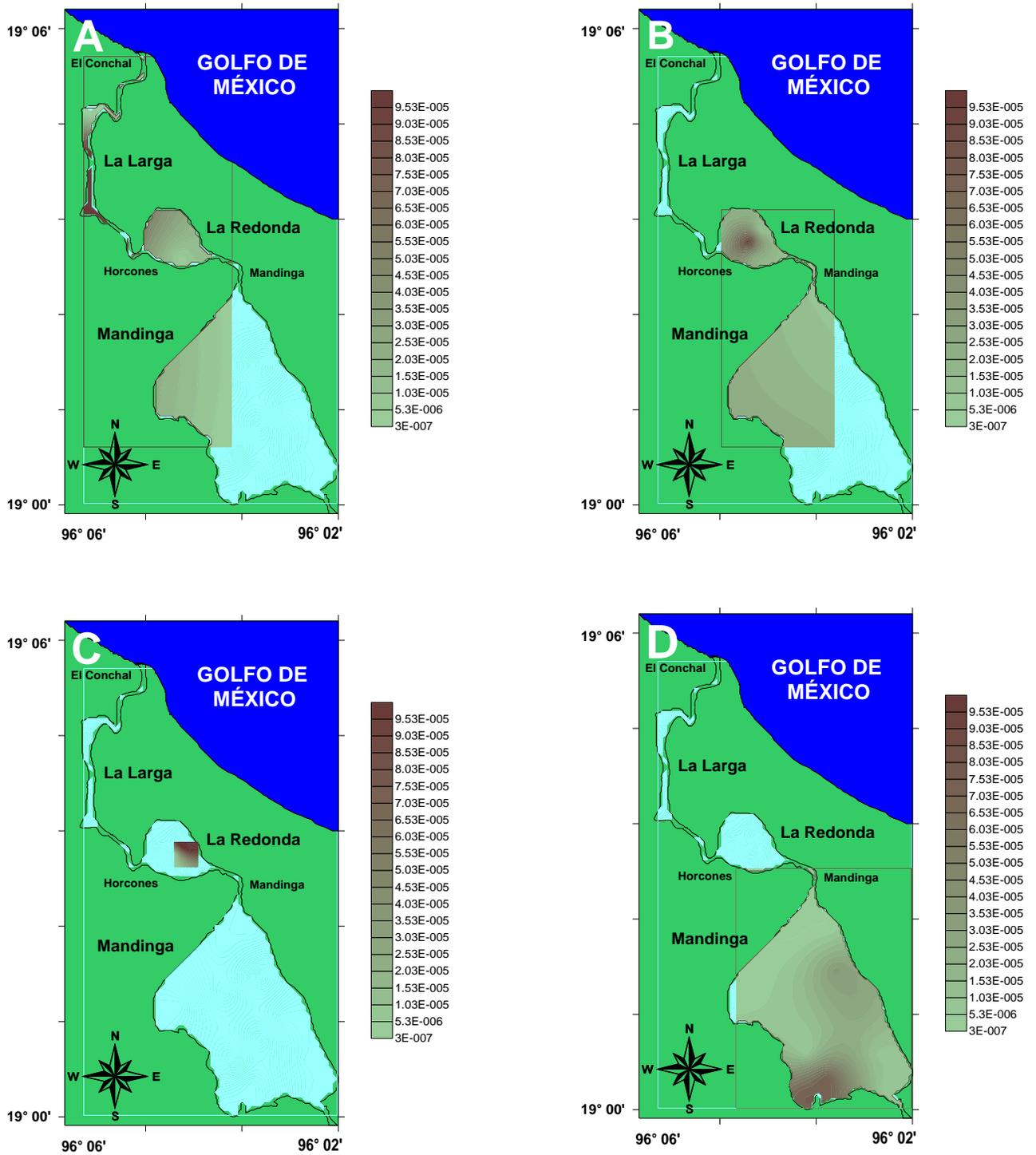
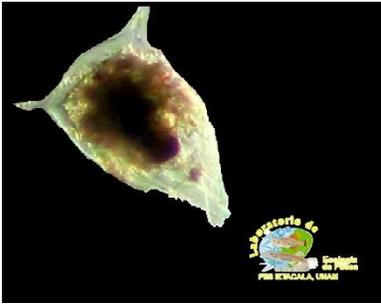


Fig. 38. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Harpacticoida en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larvas nauplio de cirripedio: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.005092 ind/100 L a los 190.309169 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 39 A). La biomasa osciló entre 0.00000021 g/100 L a los 0.000791 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 40 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 157.50 cm, transparencia promedio de 85.63 cm, temperatura del agua promedio de 27.53 °C, salinidad promedio de 29.11 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.60 mg/L y pH promedio de 7.90.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 0.636619 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de Mandinga (Fig. 39 B). La biomasa osciló entre 0.00000035 g/100 L a los 0.0000026 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al suroeste de Mandinga (Fig. 40 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 123 cm, transparencia promedio de 71 cm, temperatura del agua promedio de 29.08 °C, salinidad promedio de 28.01 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.95 mg/L y pH promedio de 7.99.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.151226 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 39 C). La biomasa osciló entre 0.00000014 g/100 L a los 0.00000062 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de La Redonda (Fig. 40 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 127.5 cm, transparencia promedio de 90 cm, temperatura del agua promedio de 21.38 °C, salinidad promedio de 26.26 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.95 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.003395 ind/100 L a los 3.682208 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 39 D). La biomasa osciló entre 0.00000014 g/100 L a los 0.000015 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 40 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

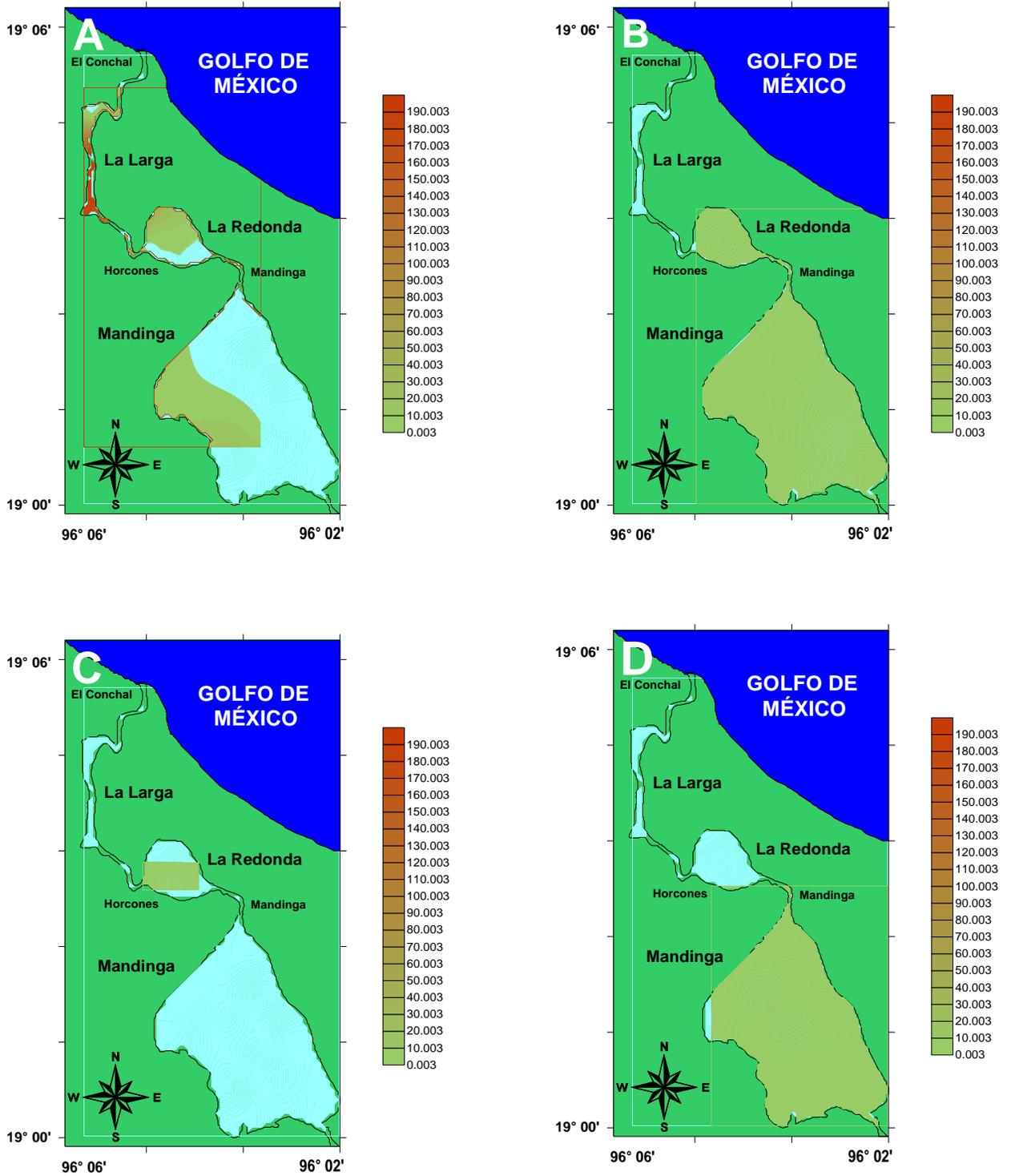


Fig. 39. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas nauplio de cirripedio en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

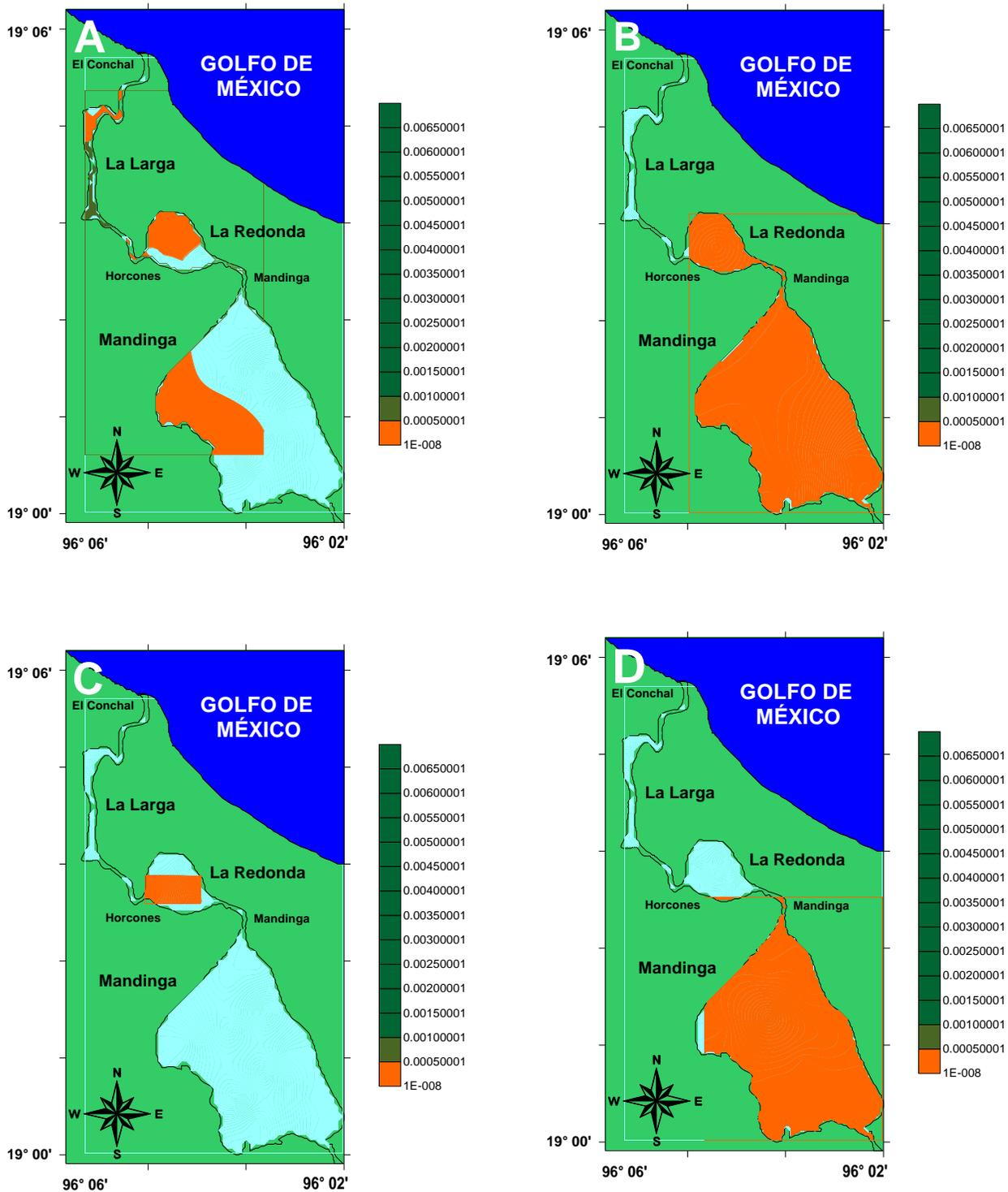


Fig. 40. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas nauplio de cirripedio en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larva cípripoda: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.017825 ind/100 L a los 55.953757 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de la laguna La Larga (Fig. 41 A). La biomasa osciló entre 0.0000023 g/100 L a los 0.007400 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de la laguna La Larga (Fig. 42 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 168.87 cm, transparencia promedio de 86.03 cm, temperatura del agua promedio de 27.54 °C, salinidad promedio de 29.03 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.61 mg/L y pH promedio de 7.89.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 1.103474 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de la laguna de Mandinga (Fig. 41 B). La biomasa osciló entre 0.000011 g/100 L a los 0.000145 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al suroeste de la laguna de Mandinga (Fig. 42 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 125 cm, transparencia promedio de 67.83 cm, temperatura del agua promedio de 29.21 °C, salinidad promedio de 28.1 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.21 mg/L y pH promedio de 8.00.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.271624 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de la laguna La Redonda (Fig. 41 C). La biomasa osciló entre 0.0000044 /100 L a los 0.000035 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de la Laguna La Redonda (Fig. 42 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 132.85 cm, transparencia promedio de 85.92 cm, temperatura del agua promedio de 21.4 °C, salinidad promedio de 25.57 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.83 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.061115 ind/100 L a los 1.695955 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro y este de la laguna Mandinga (Fig. 41 D). La biomasa osciló entre 0.0000080 g/100 L a los 0.000224 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron en el centro de Mandinga (Fig. 42 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

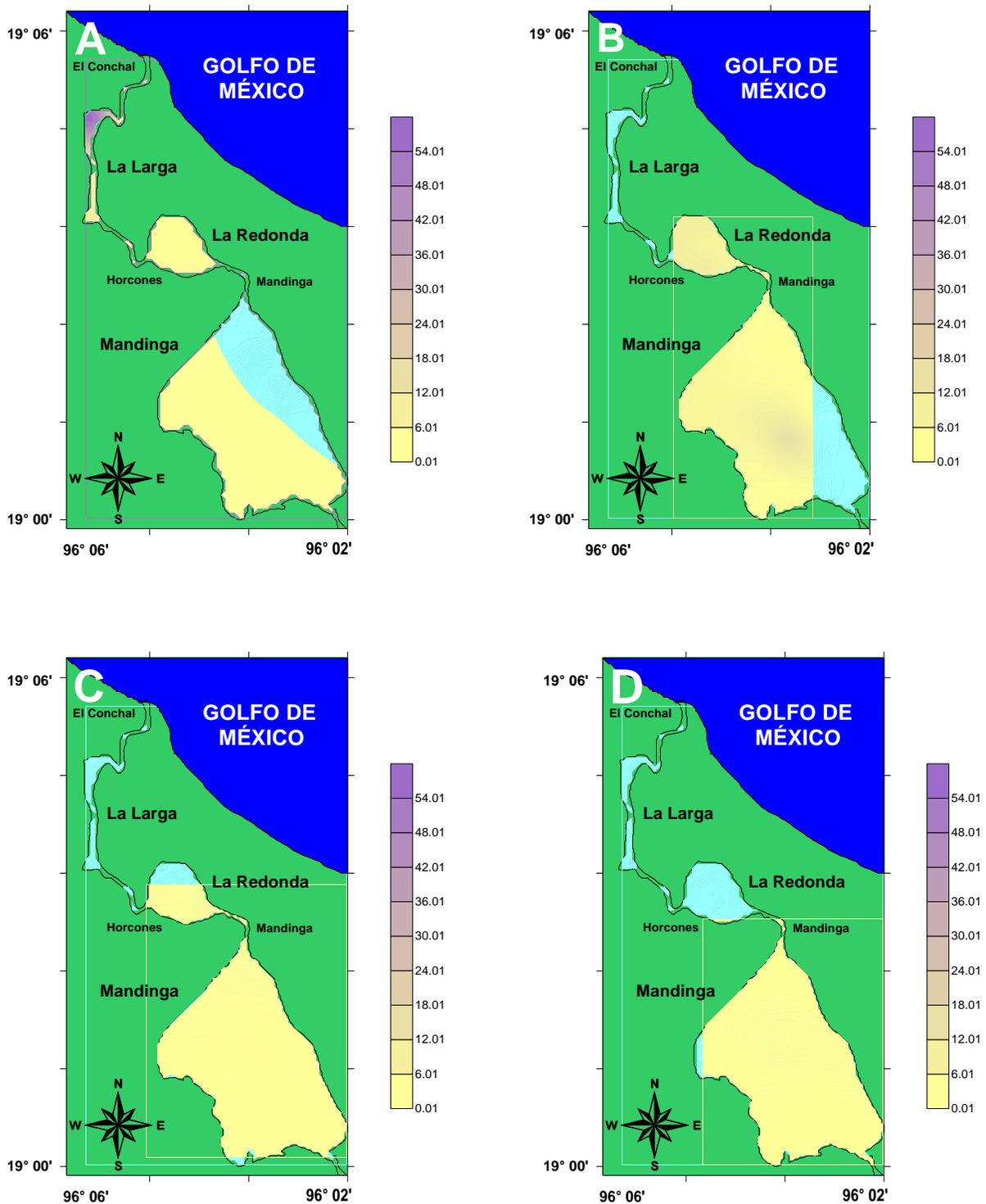


Fig. 41. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas cipris en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

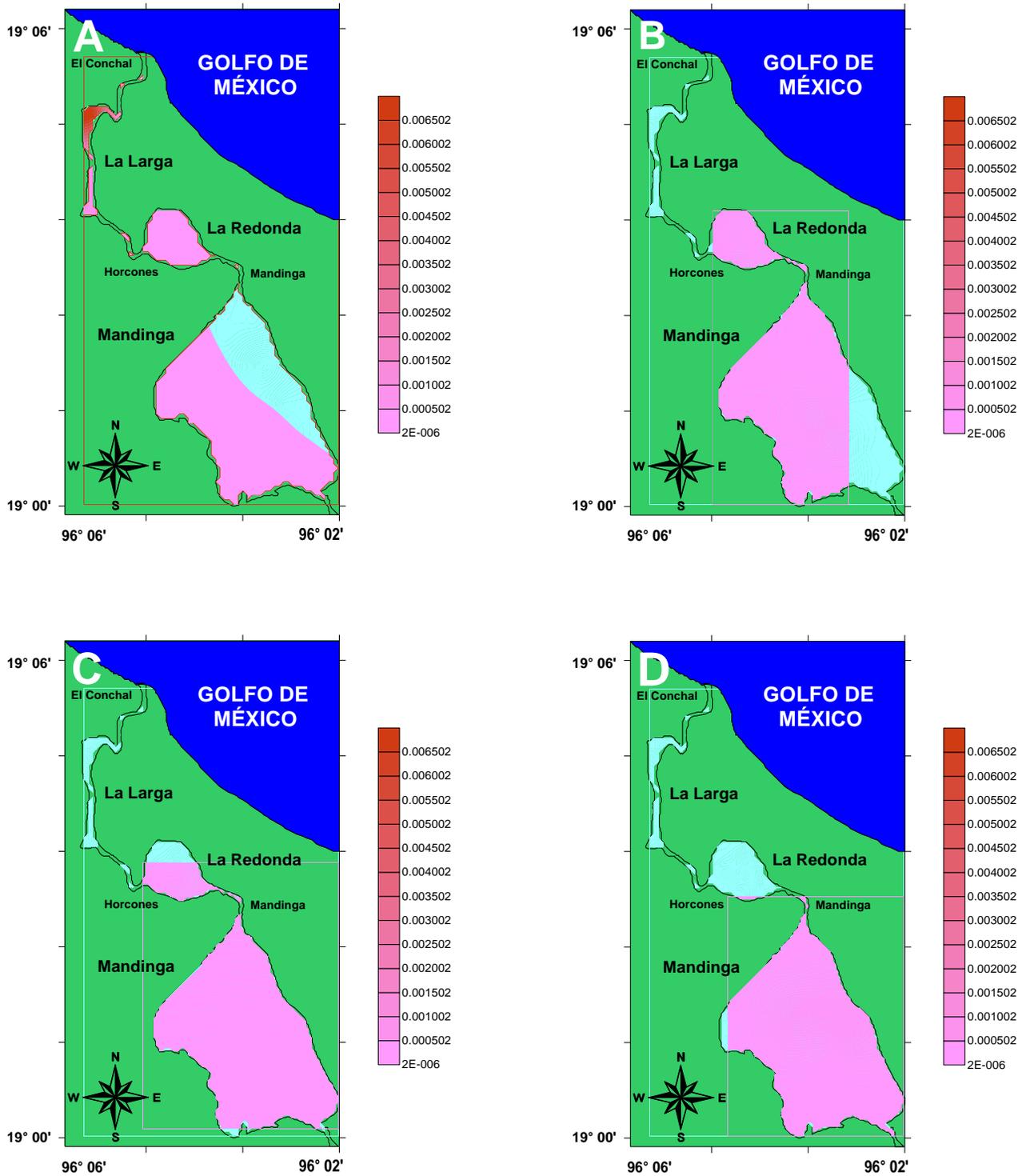


Fig. 42. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas cipris en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Sergestidae: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.011216 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 43 A). La biomasa osciló entre 0.0000011 g/100 L a los 0.0000049 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 44 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 152.50 cm, transparencia promedio de 78 cm, temperatura del agua promedio de 27.51 °C, salinidad promedio de 29.78 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.32 mg/L y pH promedio de 7.8.

En secas 2012 y 2013 no se recolectaron organismos de la Familia Sergestidae.

En secas 2015, se recolectó en tres estaciones con una densidad de 0.001697 ind/100 L (Fig. 43 B) y biomasa de 0.0000075 g/100 L (Fig. 44 B) en cada una al centro de Mandinga.

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 146.66 cm, transparencia promedio de 74.66 cm, temperatura del agua promedio de 30.23 °C, salinidad promedio de 24.29 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.74 mg/L y pH promedio de 8.18.

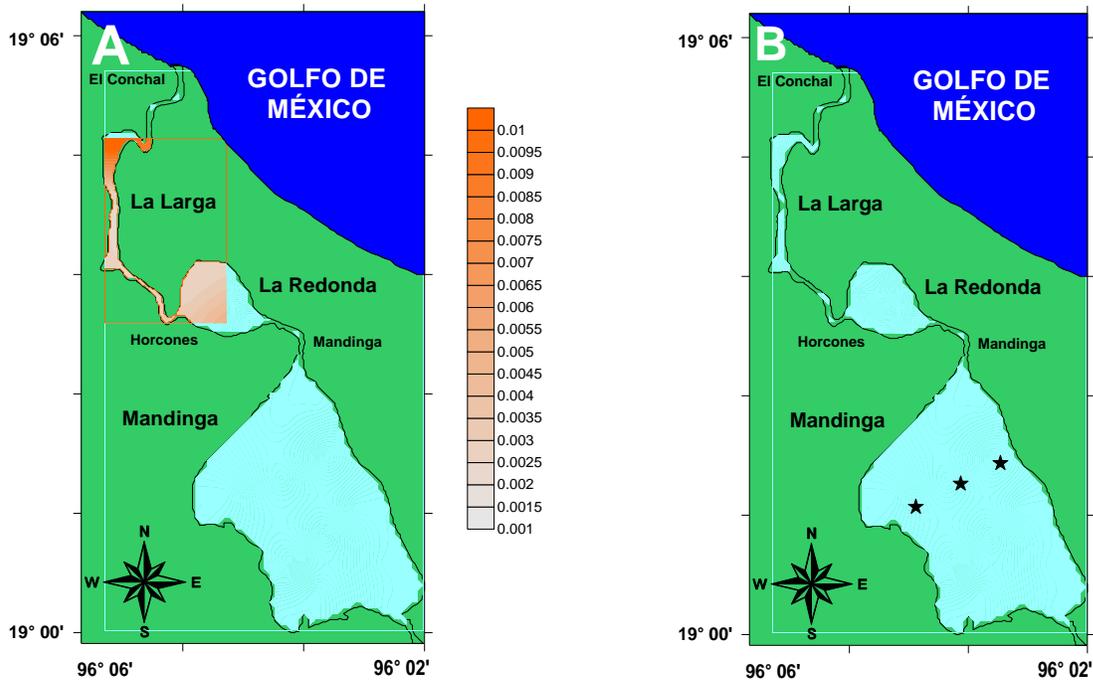


Fig. 43. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Sergestidae en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).

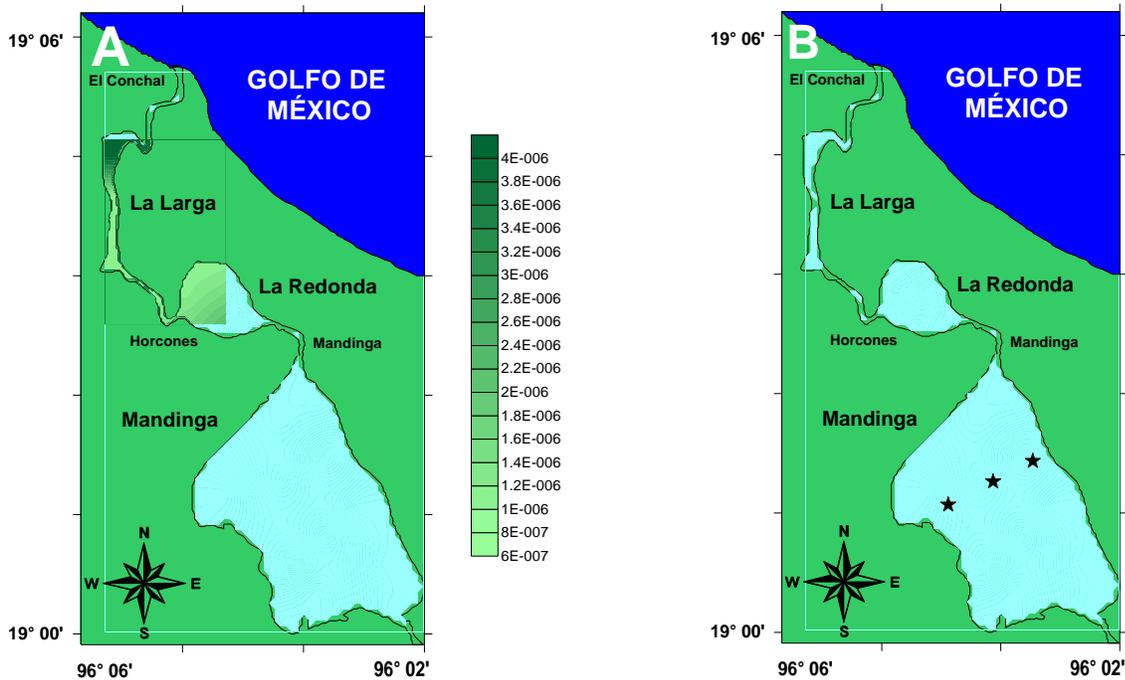
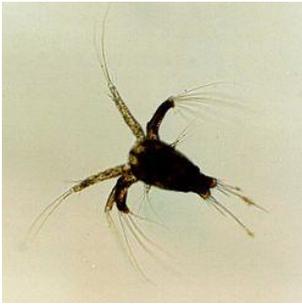


Fig. 44. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Sergestidae en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).



Larva nauplio: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 433.945282 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 45 A). La biomasa osciló entre 0.000000010 g/100 L a los 0.001805 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 46 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 164.87 cm, transparencia promedio de 80.37 cm, temperatura del agua promedio de 27.66 °C, salinidad promedio de 28.86 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.8 mg/L y pH promedio de 7.9.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 2.801126 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 45 B). La biomasa osciló entre 0.00000035 g/100 L a los 0.000011 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 46 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 120 cm, transparencia promedio de 65.57 cm, temperatura del agua promedio de 29.12 °C, salinidad promedio de 28.07 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.16 mg/L y pH promedio de 8.04.

En secas 2013 y 2015 no se recolectaron larvas nauplio.

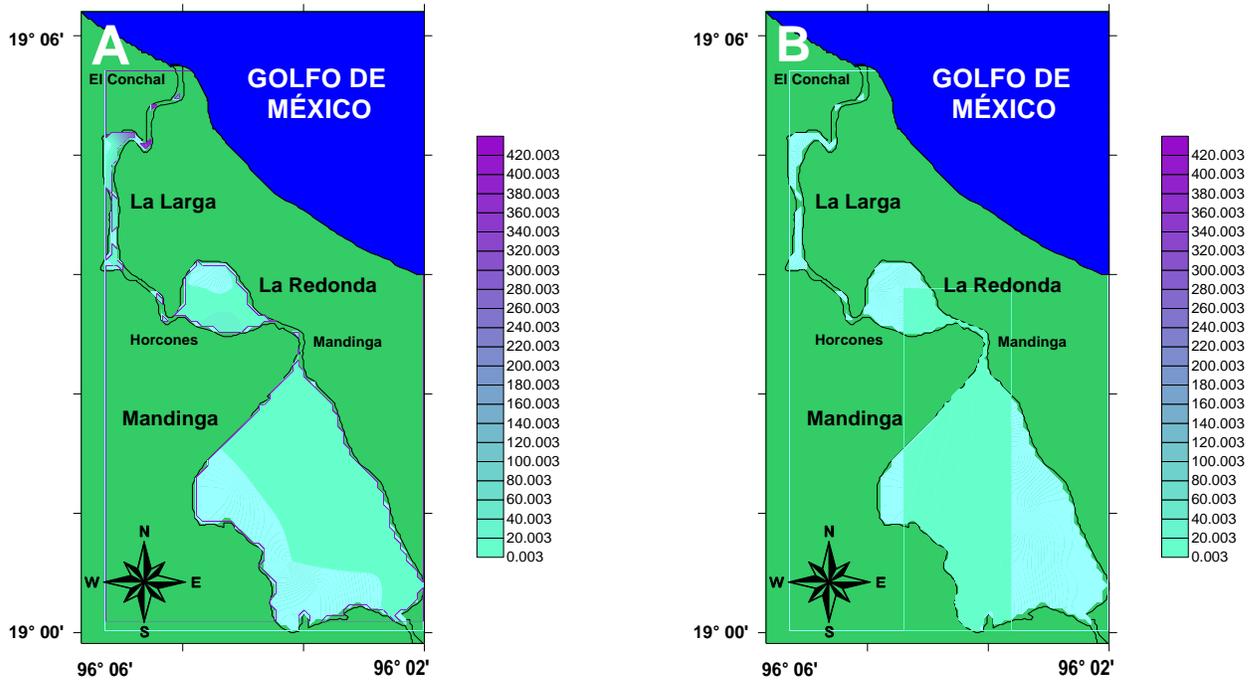


Fig. 45. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas nauplio en temporadas de secas 2011 (A) y 2012 (B).

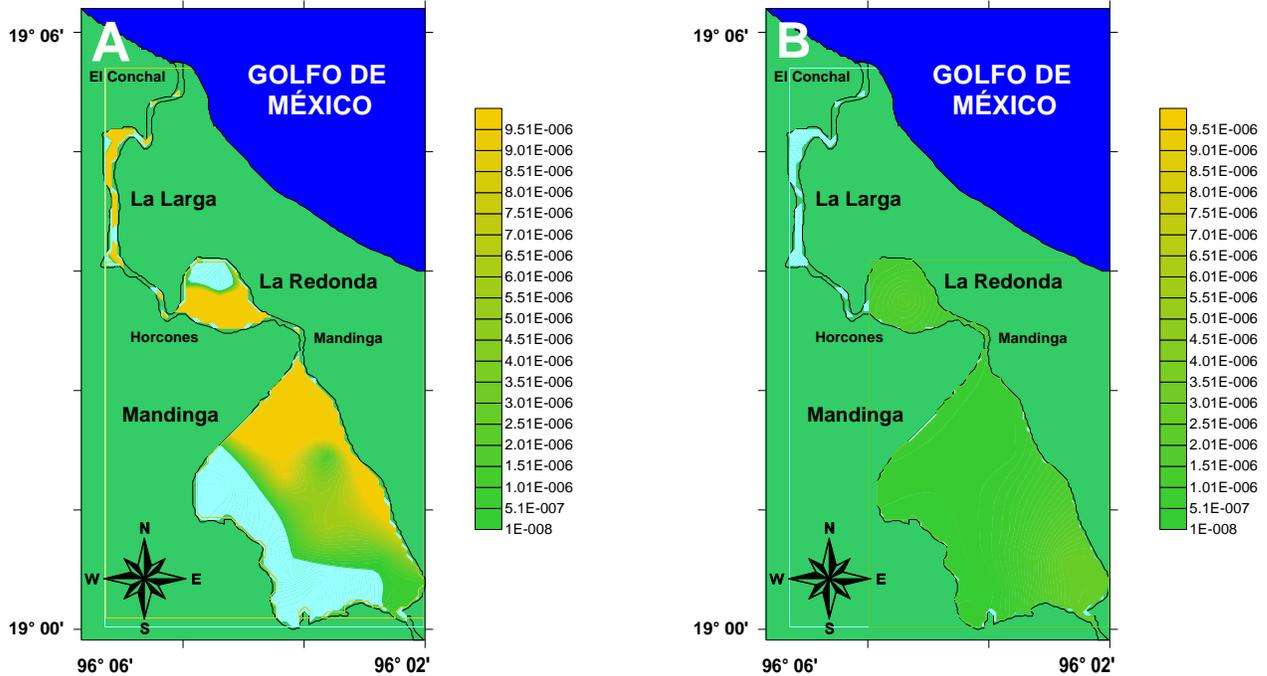


Fig. 46. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas nauplio en temporadas de secas 2011 (A) y 2012 (B).



Larvas zoea: Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.122842 ind/100 L a los 5.372602 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga y sureste de La Redonda (Fig. 47 A). La biomasa osciló entre 0.000017 g/100 L a los 0.000760 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 48 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 151.15 cm, transparencia promedio de 79.33 cm, temperatura del agua promedio de 27.75 °C, salinidad promedio de 28.64 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.92 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 1.400563 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 47 B). La biomasa osciló entre 0.000012 g/100 L a los 0.000198 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 48 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 114.28 cm, transparencia promedio de 57.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.09 °C, salinidad promedio de 27.79 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.89 mg/L y pH promedio de 8.02.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.101859 ind/100 L a los 0.577201 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron sureste de La Redonda (Fig. 47 C). La biomasa osciló entre 0.000014 g/100 L a los 0.000081 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron norte de Mandinga (Fig. 48 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 132 cm, transparencia promedio de 82.1 cm, temperatura del agua promedio de 21.49 °C, salinidad promedio de 25.4 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.83 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.006790 ind/100 L a los 0.645465 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 47 D). La biomasa osciló entre 0.00000096 g/100 L a los 0.000091 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 48 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.1.

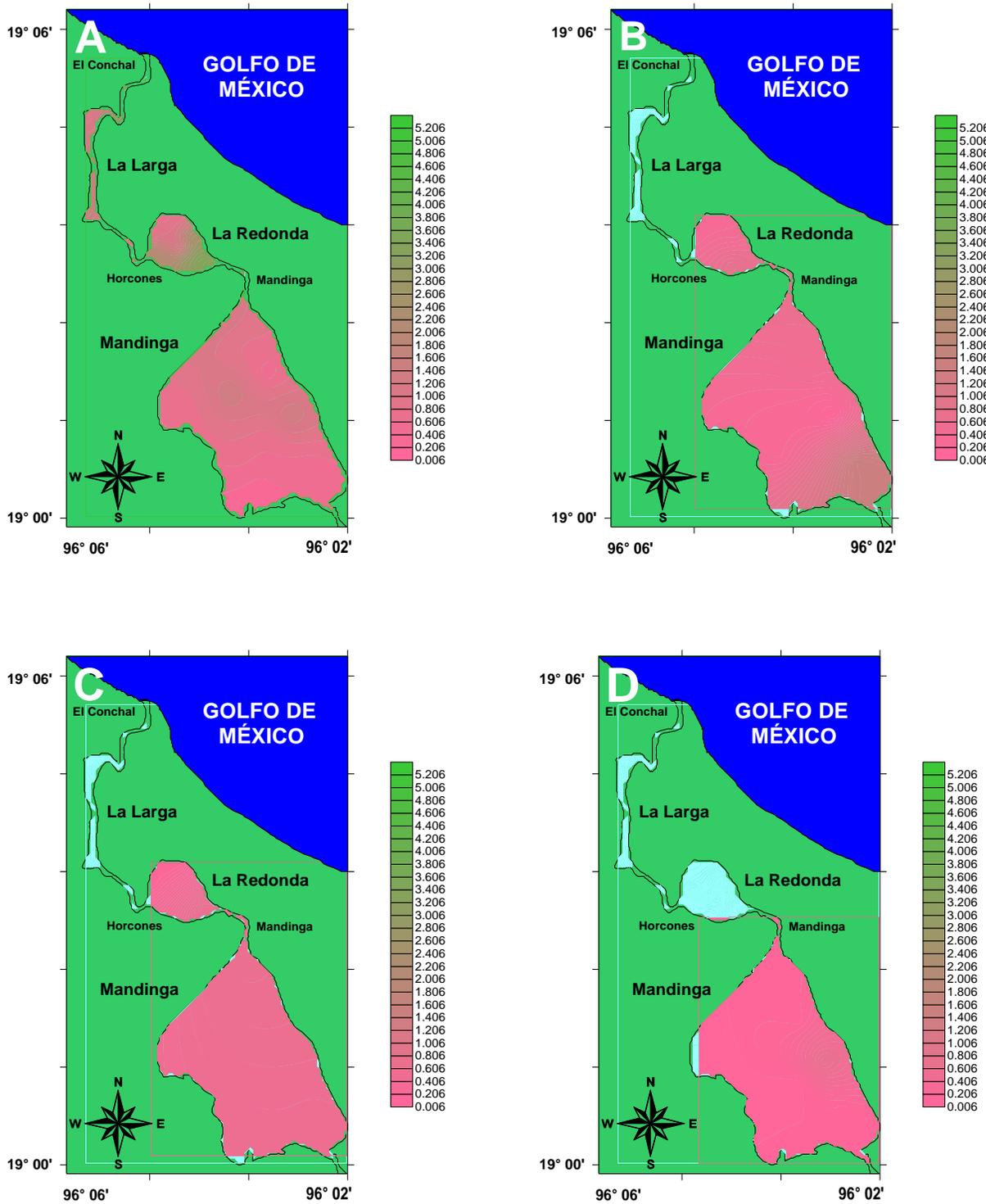


Fig. 47. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas zoea en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

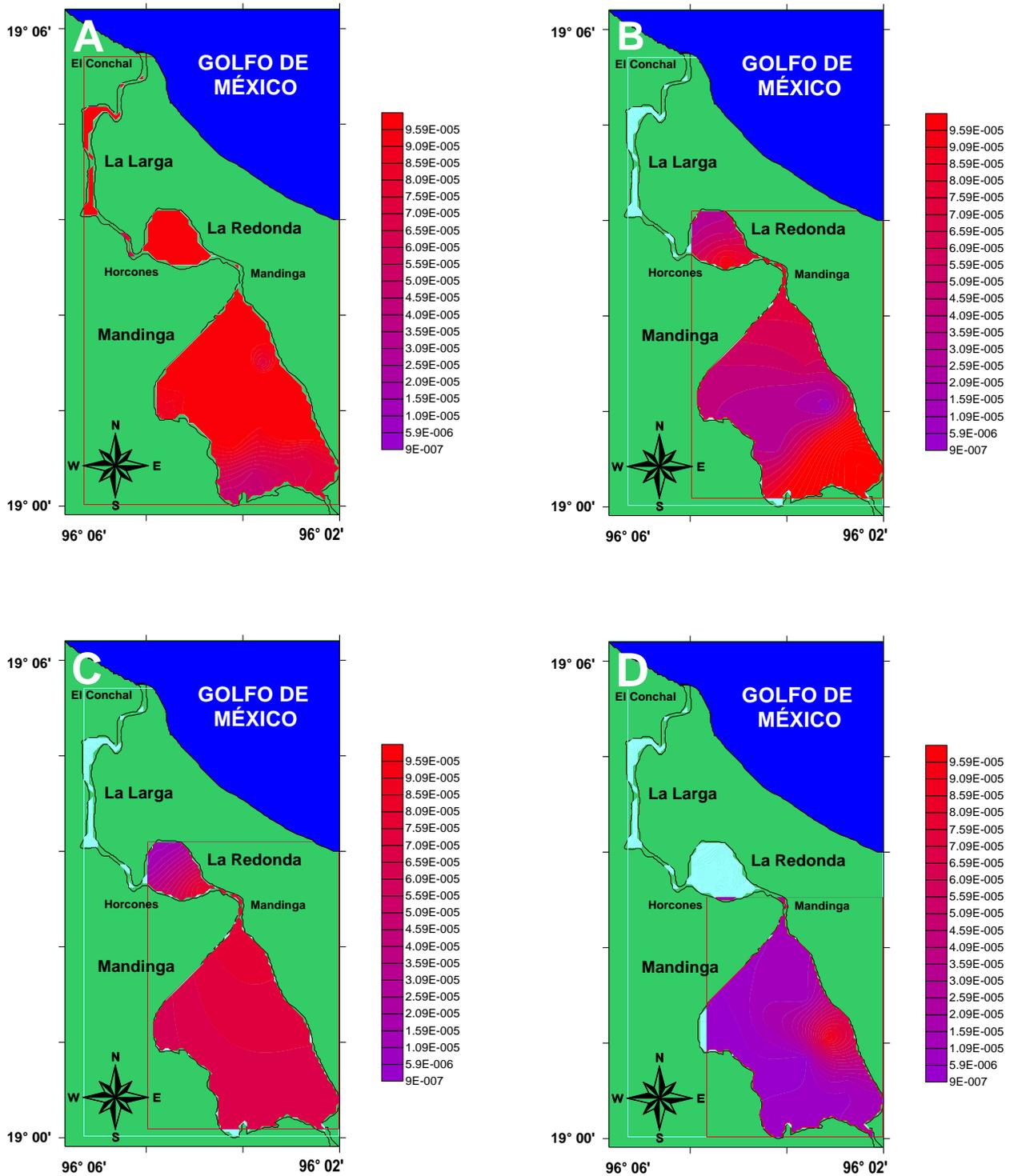


Fig. 48. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas zoea en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larva mysis. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.111548 ind/100 L a los 14.656204 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga y noroeste de La Redonda (Fig. 49 A). La biomasa osciló entre 0.000021 g/100 L a los 0.002810 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de La Larga y noroeste de La Redonda (Fig. 50 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 152.11 cm, transparencia promedio de 78.21 cm, temperatura del agua promedio de 27.73 °C, salinidad promedio de 28.65 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.93 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 5.262723 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sur de Mandinga (Fig. 49 B). La biomasa osciló entre 0.000016 g/100 L a los 0.001009 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 50 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 122.72 cm, transparencia promedio de 73.27 cm, temperatura del agua promedio de 29.12 °C, salinidad promedio de 27.72 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.25 mg/L y pH promedio de 8.05.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.050929 ind/100 L a los 0.305577 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron noroeste de Mandinga (Fig. 49 C). La biomasa osciló entre 0.0000097 g/100 L a los 0.000058 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 50 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 132.5 cm, transparencia promedio de 84.75 cm, temperatura del agua promedio de 21.58 °C, salinidad promedio de 25.9 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.07 mg/L y pH promedio de 7.85.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.035650 ind/100 L a los 0.361600 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 49 D). La biomasa osciló entre 0.0000068 g/100 L a los 0.000069 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 50 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.016.

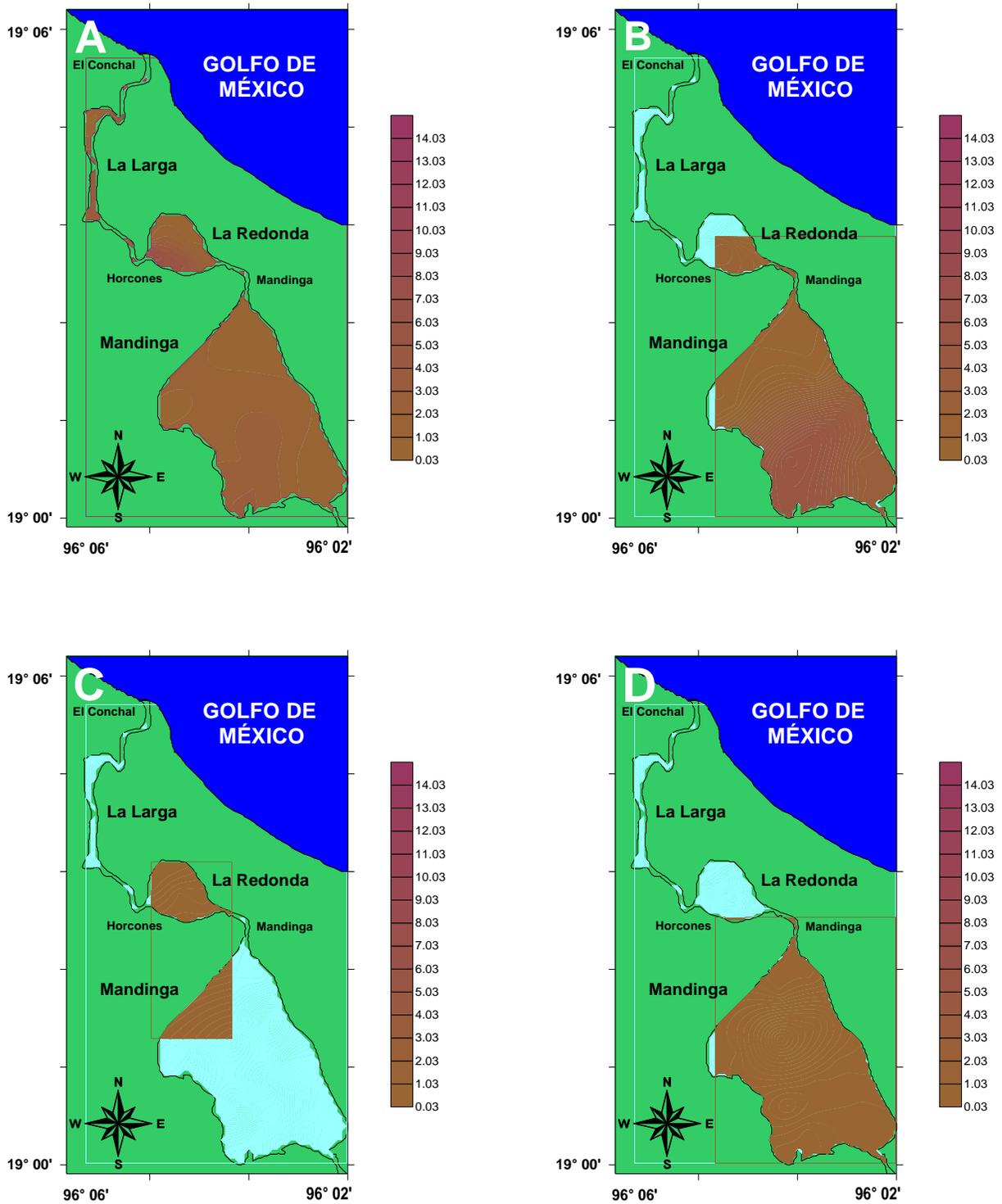


Fig. 49. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas mysis en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

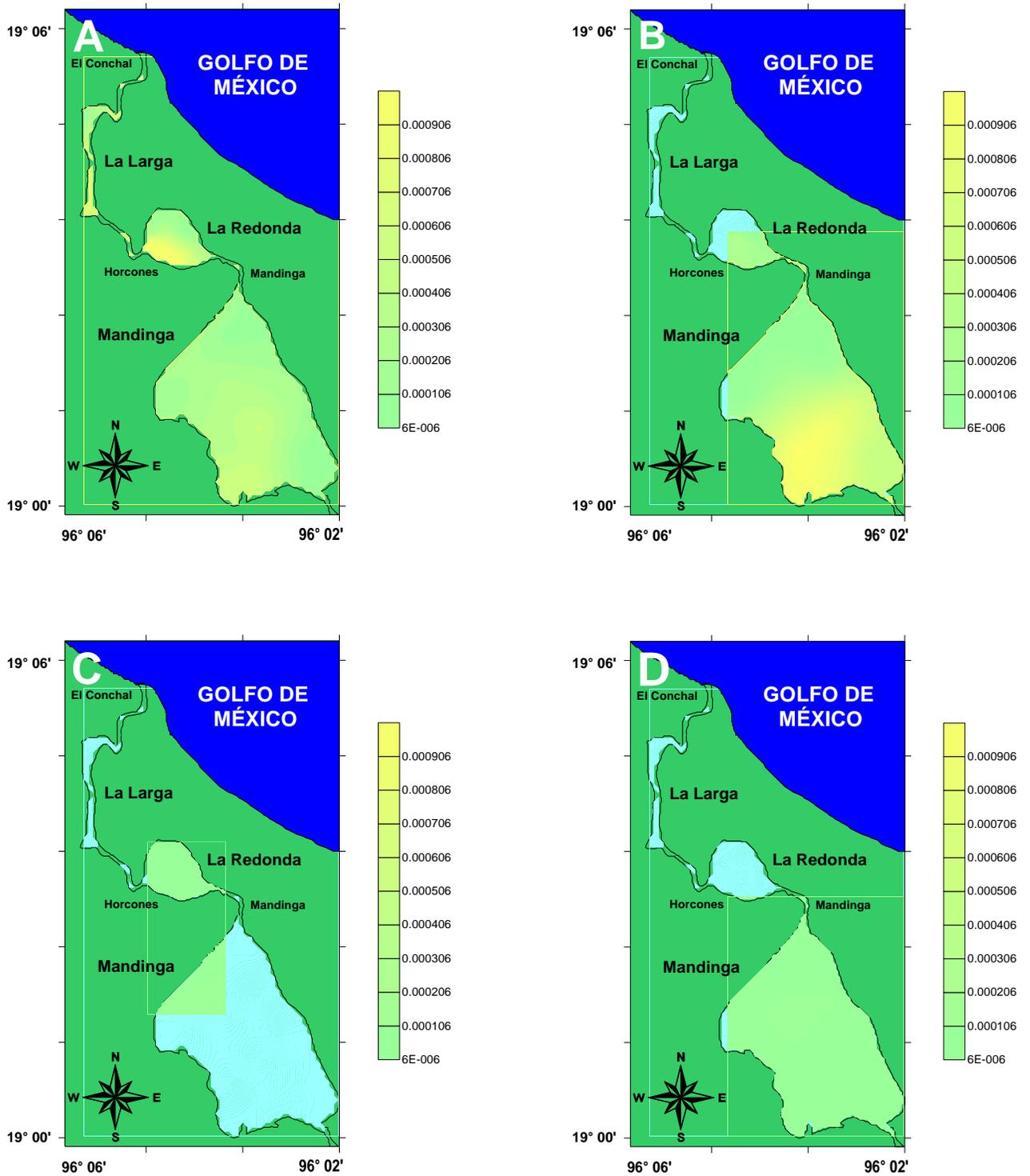


Fig. 50. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas mysis en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larva megalopa. Durante secas 2011, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.032396 ind/100 L y 0.000064 g/100 L con una profundidad promedio de 100 cm, transparencia promedio de 53 cm, temperatura del agua promedio de 28.70 °C, salinidad promedio de 28.70 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.29 mg/L y pH promedio de 7.8 al noroeste de La Redonda (Fig. 51 y 52 A).

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.063661 ind/100 L a los 0.084882 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de Mandinga (Fig. 51 B). La biomasa osciló entre 0.000127 g/100 L a los 0.000169 ind/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de Mandinga (Fig. 52 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 110 cm, transparencia promedio de 49.8 cm, temperatura del agua promedio de 29.39 °C, salinidad promedio de 27.48 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.43 mg/L y pH promedio de 8.02.

En secas 2013, no se recolectaron larvas megalopa.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.056022 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de Mandinga (Fig. 51 C). La biomasa osciló entre 0.0000033 g/100 L a los 0.000112 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de Mandinga (Fig. 52 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 116.66 cm, transparencia promedio de 64 cm, temperatura del agua promedio de 30.73 °C, salinidad promedio de 24.99 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.88 mg/L y pH promedio de 8.2.

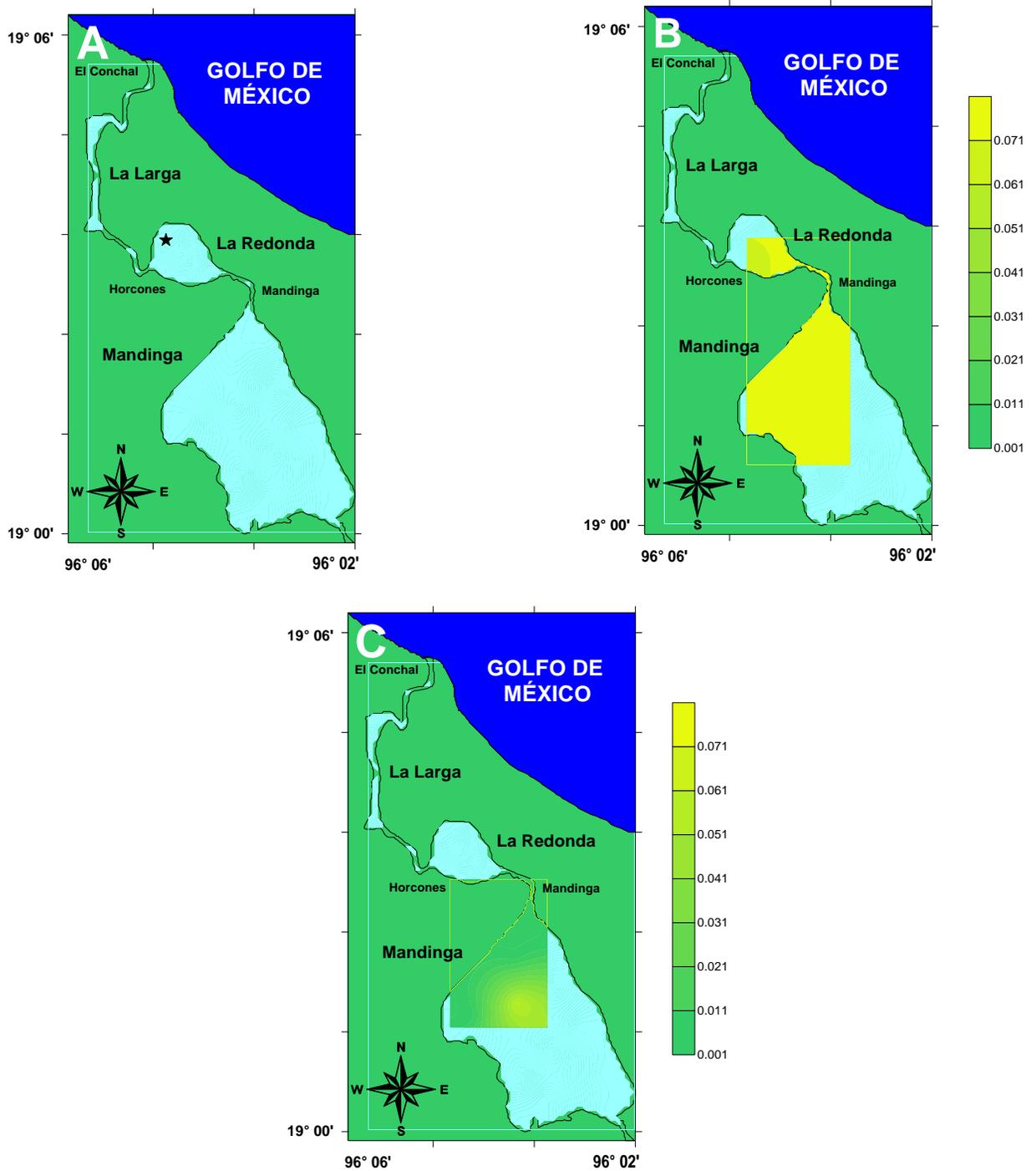


Fig. 51. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas megalopa en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).

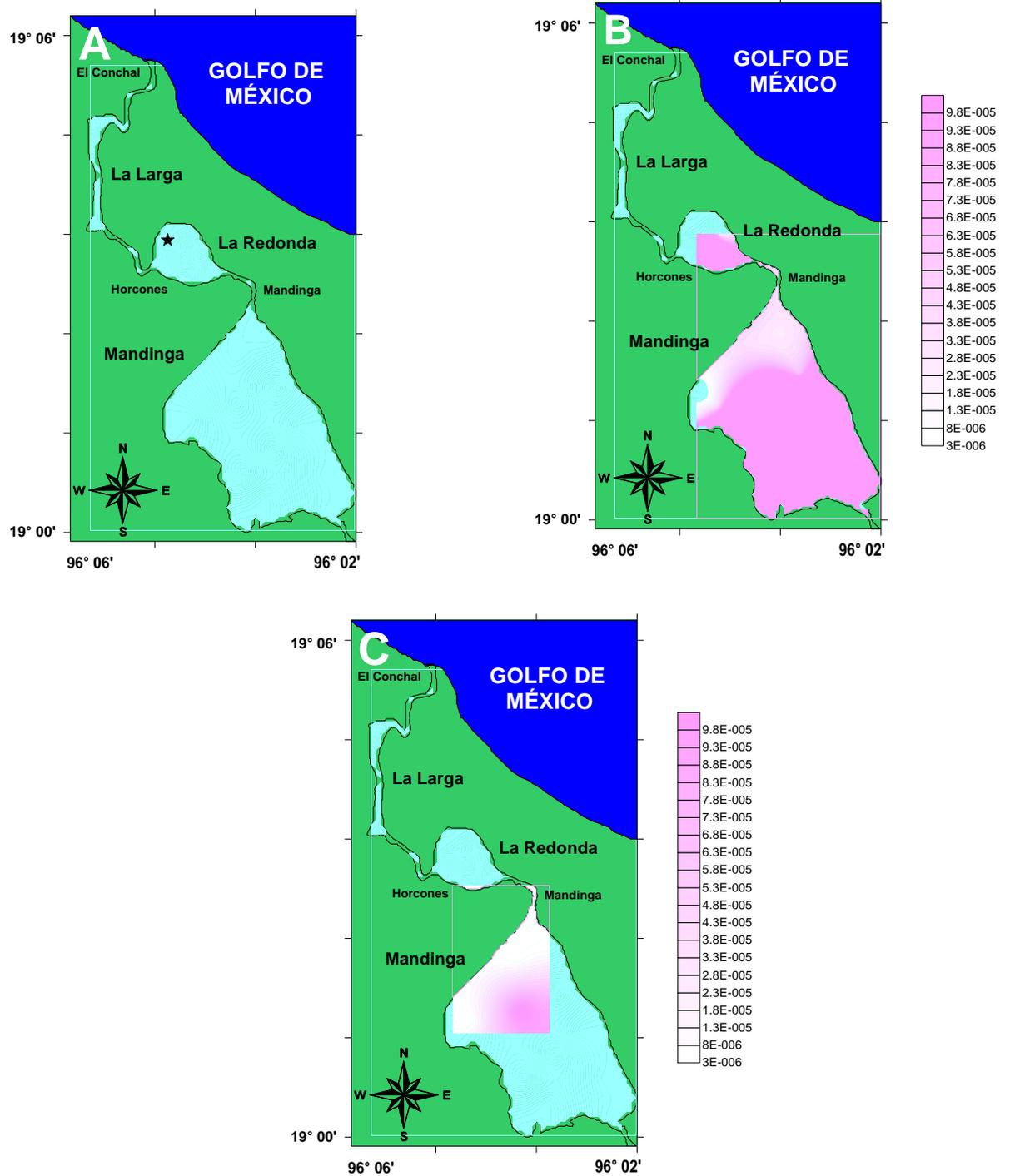


Fig. 52. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas megalopa en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).



Amphipoda. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.0076639 ind/100 L a los 1.242529 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de La Larga (Fig. 53 A). La biomasa osciló entre 0.0000115 g/100 L a los 0.002485 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de La Larga (Fig. 54 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 208.33 cm, transparencia promedio de 74.67 cm, temperatura del agua promedio de 27.22 °C, salinidad promedio de 30.10 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.47 mg/L y pH promedio de 7.91.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.063661 ind/100 L a los 0.169765 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de Mandinga (Fig. 53 B). La biomasa osciló entre 0.000127 g/100 L a los 0.000339 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al suroeste de Mandinga (Fig. 54 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 113.33 cm, transparencia promedio de 51.66 cm, temperatura del agua promedio de 29.11 °C, salinidad promedio de 28.86 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.35 mg/L y pH promedio de 7.88.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.101859 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de Mandinga (Fig. 53 C). La biomasa osciló entre 0.000067 g/100 L a los 0.000203 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de Mandinga (Fig. 54 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 136.66 cm, transparencia promedio de 72.16 cm, temperatura del agua promedio de 21.55 °C, salinidad promedio de 24.9 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.72 mg/L y pH promedio de 7.8.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.005092 ind/100 L a los 0.027162 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 53 D). La biomasa osciló entre 0.000010 g/100 L a los 0.000054 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 54 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 125 cm, transparencia promedio de 52 cm, temperatura del agua promedio de 30.5 °C, salinidad promedio de 22.87 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.94 mg/L y pH promedio de 8.2.

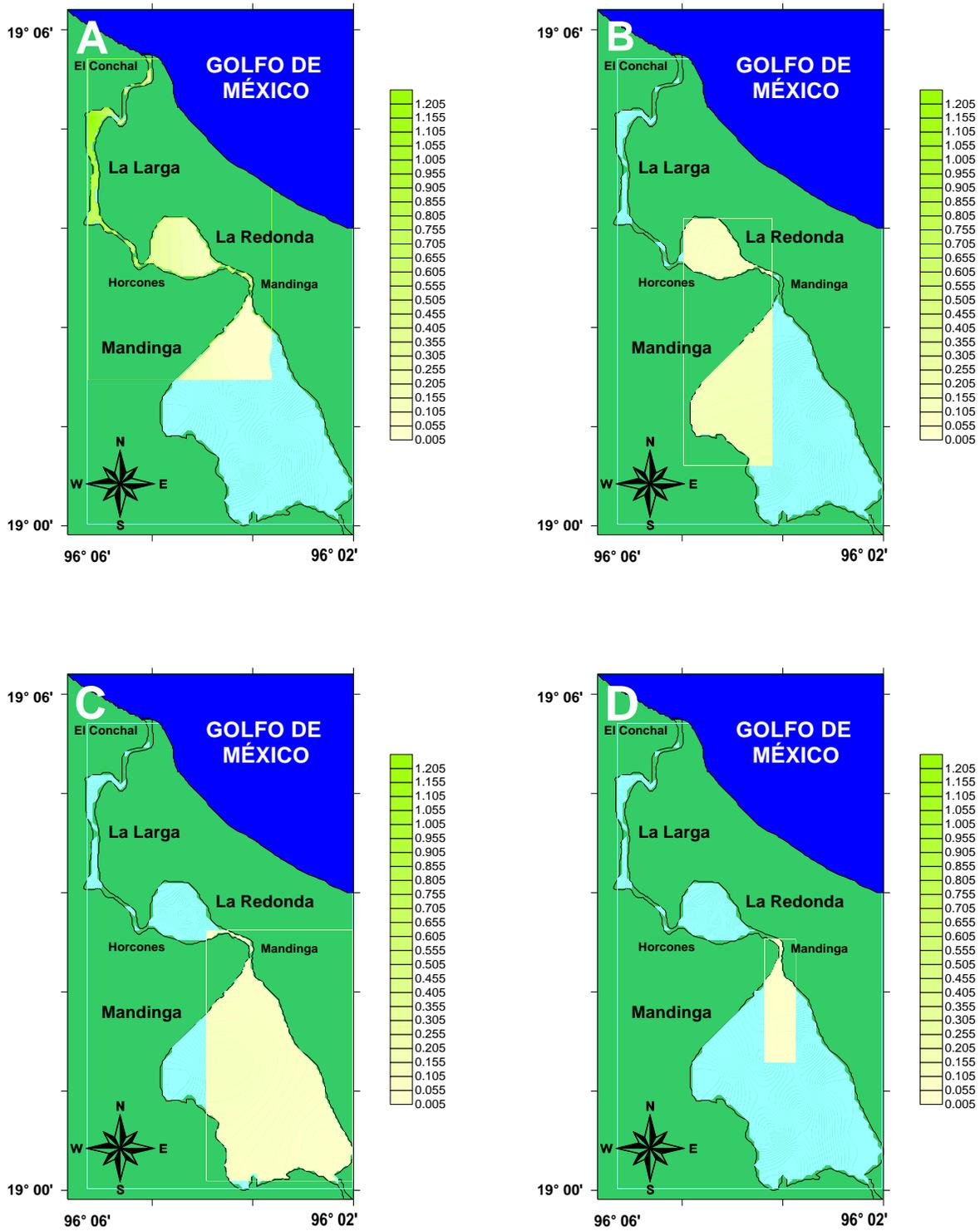


Fig. 53. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Amphipoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

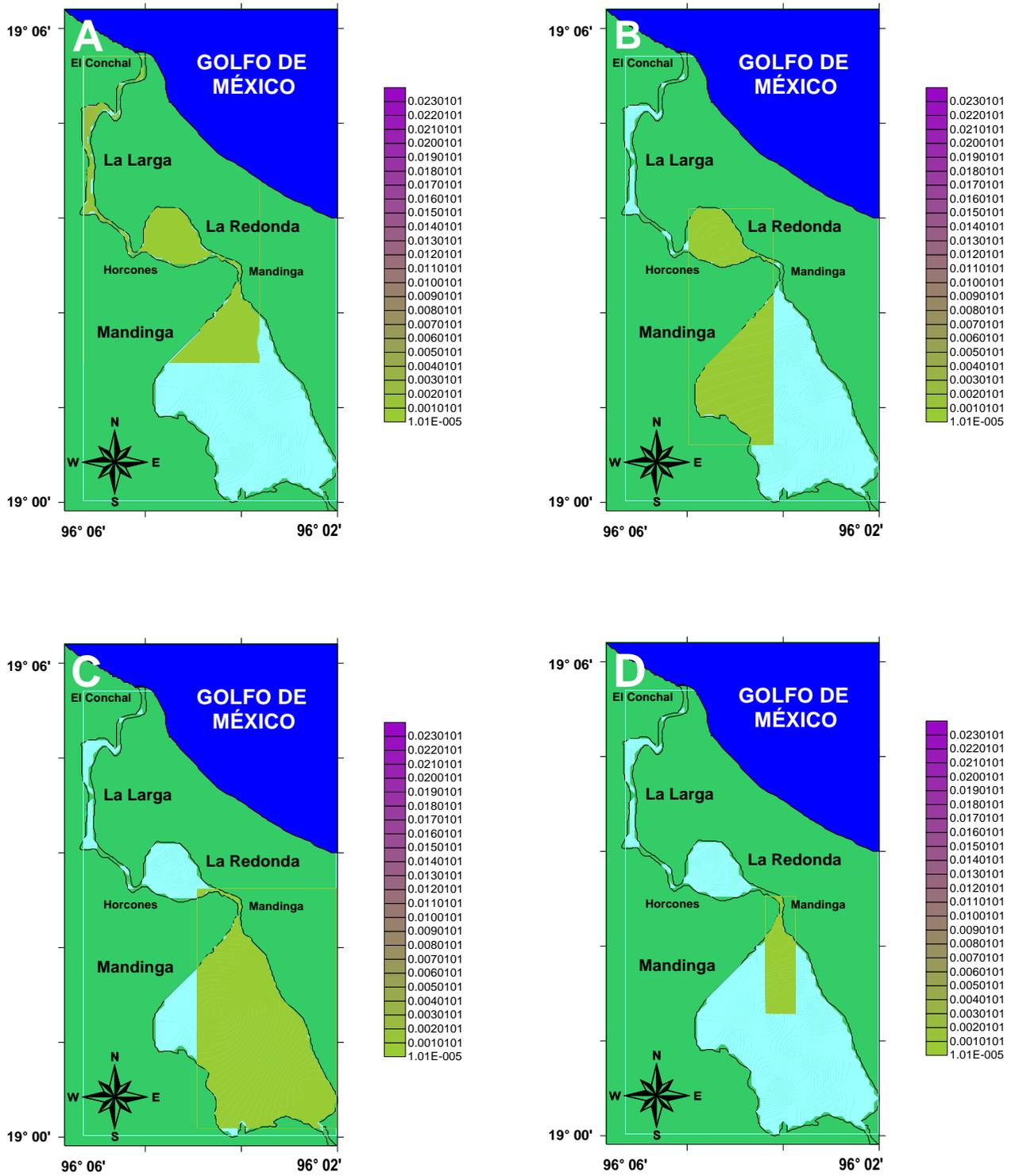


Fig. 54. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Amphipoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Isopoda. Durante secas 2011, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.0144110 ind/100 L y 0.000056 g/100 L con una profundidad promedio de 300 cm, transparencia promedio de 112 cm, temperatura del agua promedio de 26.55 °C, salinidad promedio de 32.35 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.64 mg/L y pH promedio de 7.9 al norte de La Larga (Fig. 55 y 56 A).

En secas 2012, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.084882 ind/100 L y 0.0000339 g/100 L con una profundidad promedio de 90 cm, transparencia promedio de 33 cm, temperatura del agua promedio de 29.65 °C, salinidad promedio de 29.4 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.96 mg/L y pH promedio de 7.7 al noroeste de La Redonda (Fig. 55 y 56 B).

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.280990 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 55 C). La biomasa osciló entre 0.000135 g/100 L a los 0.001123 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 56 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 120 cm, transparencia promedio de 85.25 cm, temperatura del agua promedio de 21.36 °C, salinidad promedio de 25.72 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.97 mg/L y pH promedio de 7.87.

En secas 2015, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.001697 ind/100 L y 0.0000067 g/100 L con una profundidad promedio de 180 cm, transparencia promedio de 81 cm, temperatura del agua promedio de 29.55 °C, salinidad promedio de 20.95 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.80 mg/L y pH promedio de 8.15 al noreste de Mandinga (Fig. 55 y 56 D).

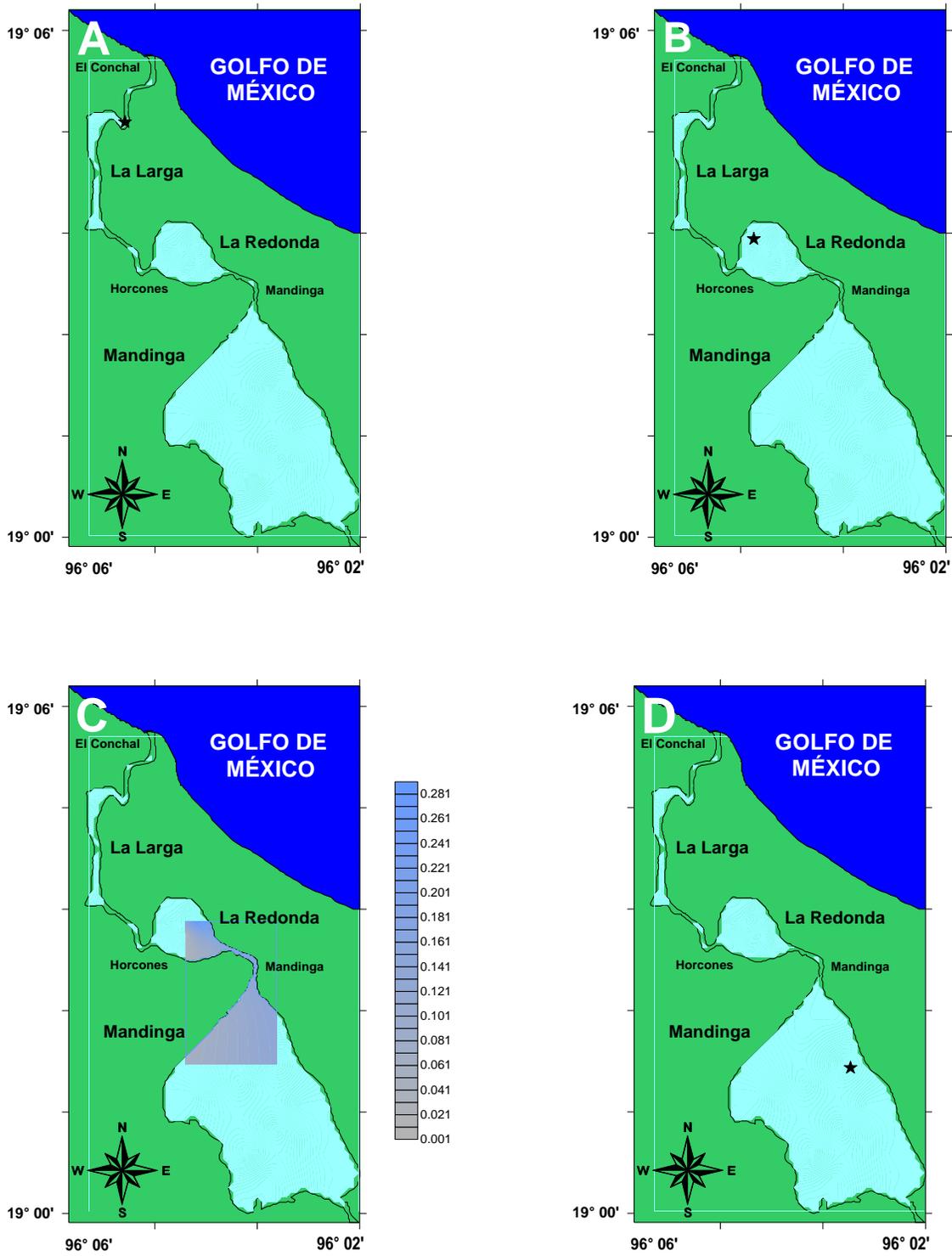
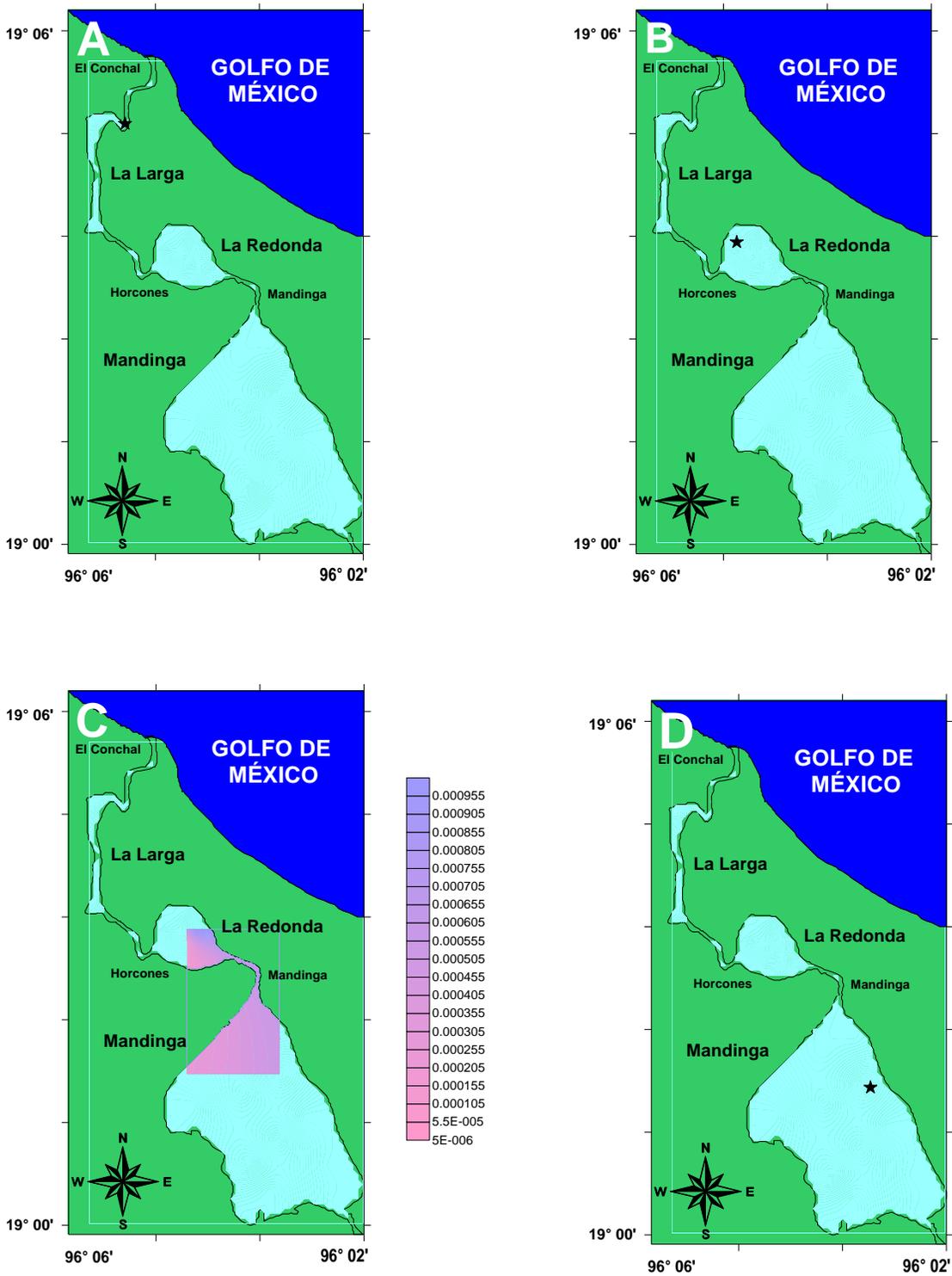


Fig. 55. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Isopoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).





Mysidacea. Durante secas 2011, se recolectó en dos estaciones con una densidad entre 0.423922 ind/100 L a los 1.501607 ind/100 L y una biomasa entre 0.000188 g/100 L a los 0.0006673 g/100 L, ubicándose al norte de La Redonda y noroeste de Mandinga (Fig. 57 y 58 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 136.50 cm, transparencia promedio de 87.75 cm, temperatura del agua promedio de 28.15 °C, salinidad promedio de 27.98 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.21 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012 y 2013 no se recolectaron mísidos.

En secas 2015, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.001697 ind/100 L y 0.00000075 g/100 L con una profundidad promedio de 160 cm, transparencia promedio de 55 cm, temperatura del agua promedio de 29.95 °C, salinidad promedio de 22.7 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.66 mg/L y pH promedio de 8.2 al noroeste de Mandinga (Fig. 57 y 58 B)

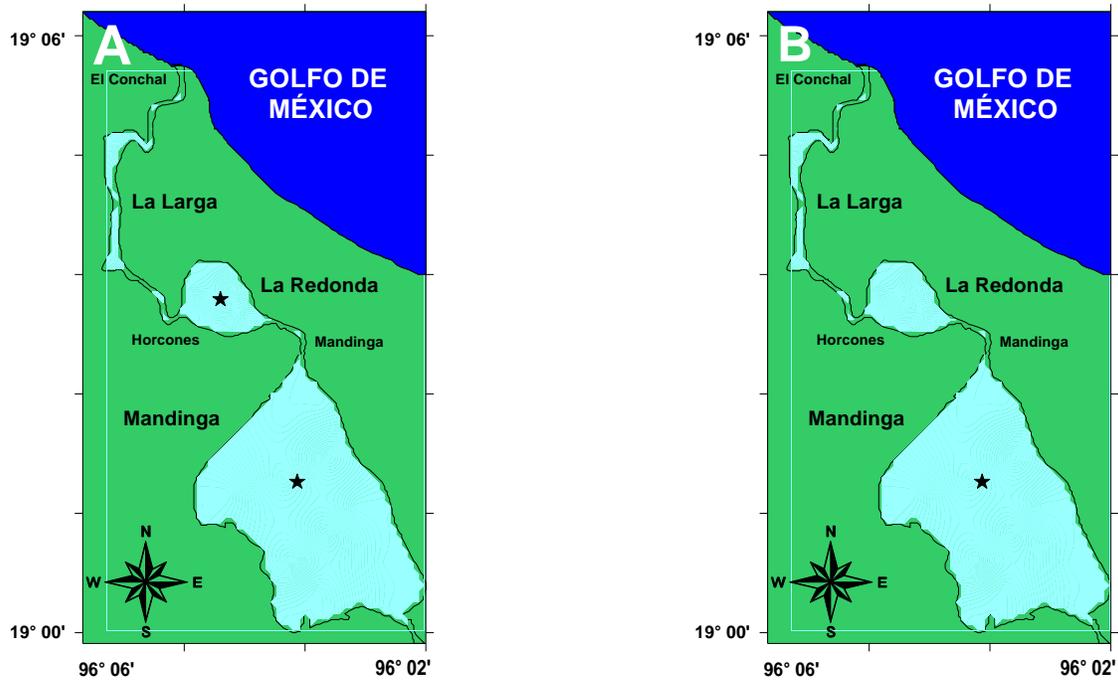


Fig. 57. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Mysidacea en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).

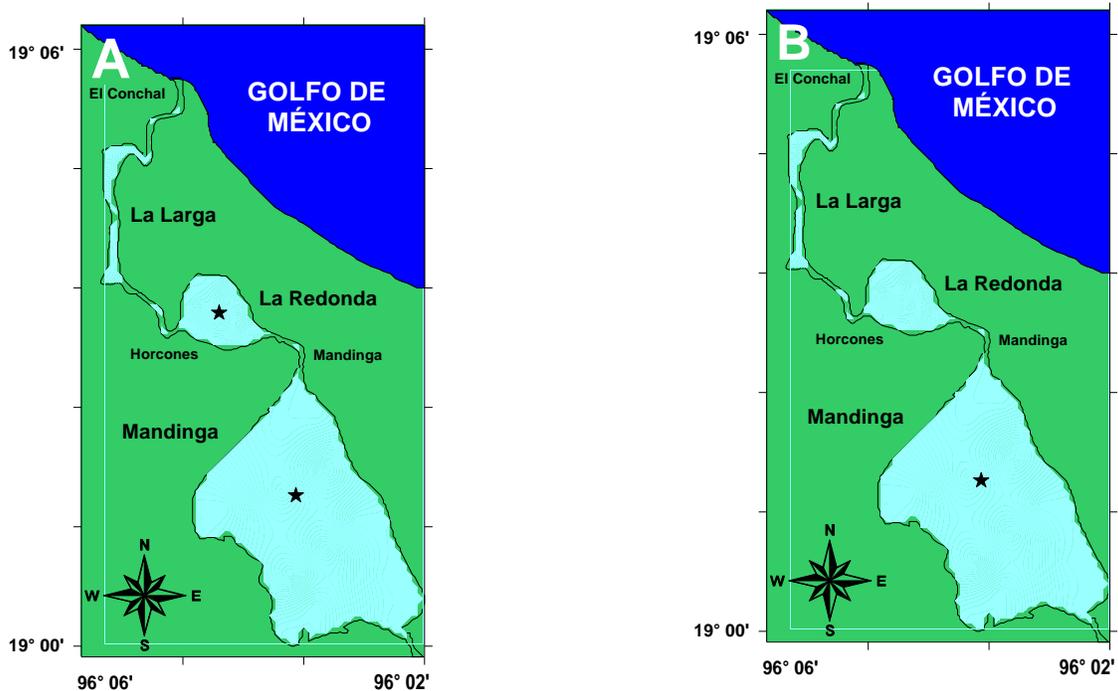


Fig. 58. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Mysidacea en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).



Tanaidacea. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.567001 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 59 A). La biomasa osciló entre 0.0000050 g/100 L a los 0.001134 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 60 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 133.33 cm, transparencia promedio de 84.33 cm, temperatura del agua promedio de 27.45 °C, salinidad promedio de 27.42 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.08 mg/L y pH promedio de 7.95.

En secas 2012, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.063661 ind/100 L y 0.000127 g/100 L con una profundidad promedio de 130 cm, transparencia promedio de 68 cm, temperatura del agua promedio de 28.85 °C, salinidad promedio de 29.25 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.49 mg/L y pH promedio de 7.9 al norte de La Redonda (Fig. 59 y 60 B).

En secas 2013, se registró una densidad entre 0.067906 ind/100 L a los 0.101859 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda y noroeste de Mandinga (Fig. 59 C). La biomasa osciló entre 0.000135 g/100 L a los 0.000203 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de La Redonda y noroeste de Mandinga (Fig. 60 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 145 cm, transparencia promedio de 87.75 cm, temperatura del agua promedio de 21.63 °C, salinidad promedio de 25.98 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.02 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2015, se recolectó en dos estaciones con una densidad y biomasa de 0.003395 ind/100 L y 0.0000067 g/100 L, ubicándose al norte de Mandinga (Fig. 59 y 60 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 135 cm, transparencia promedio de 65 cm, temperatura del agua promedio de 30.3 °C, salinidad promedio de 22 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.01 mg/L y pH promedio de 8.17.

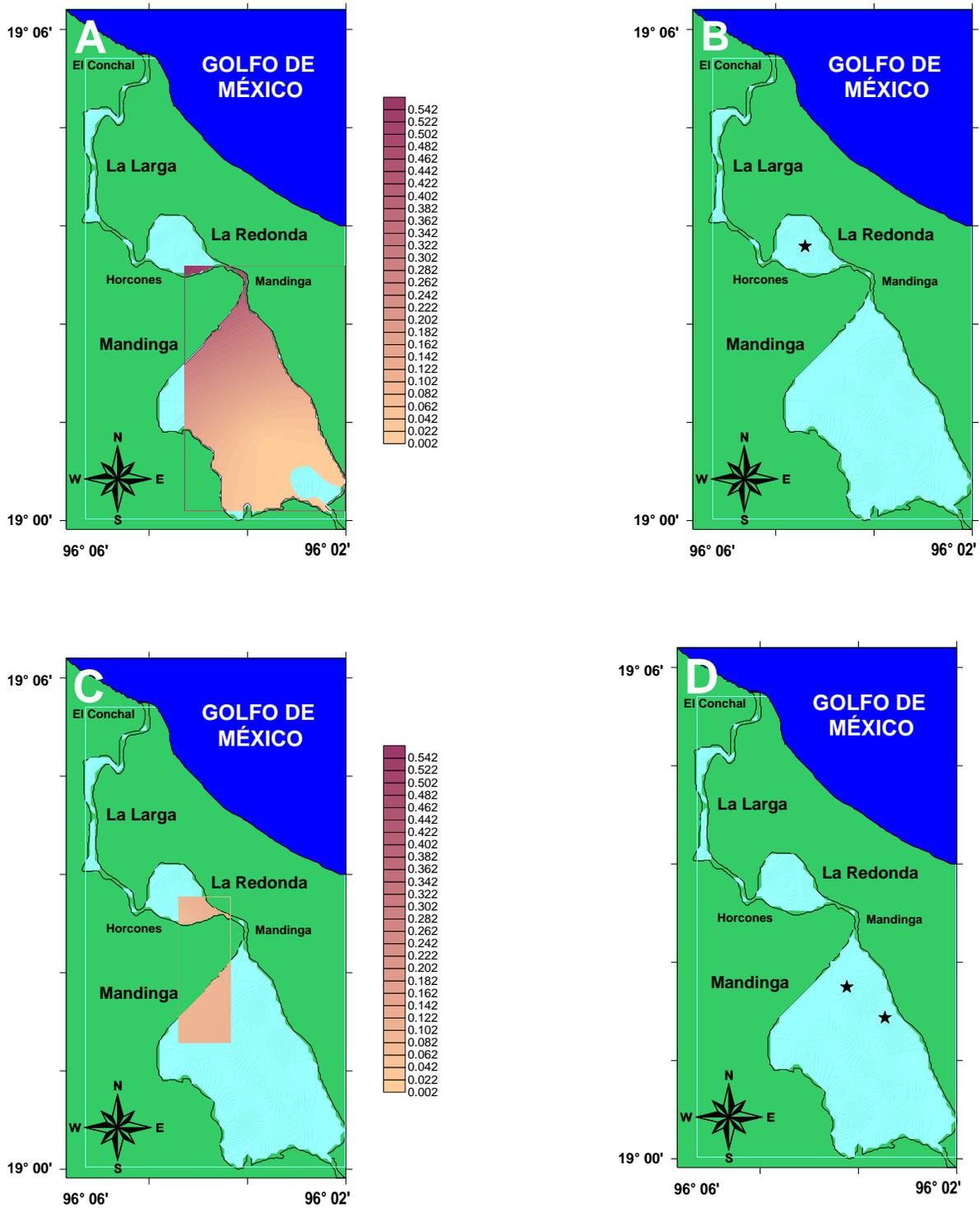


Fig. 59. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Tanaidacea en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D)

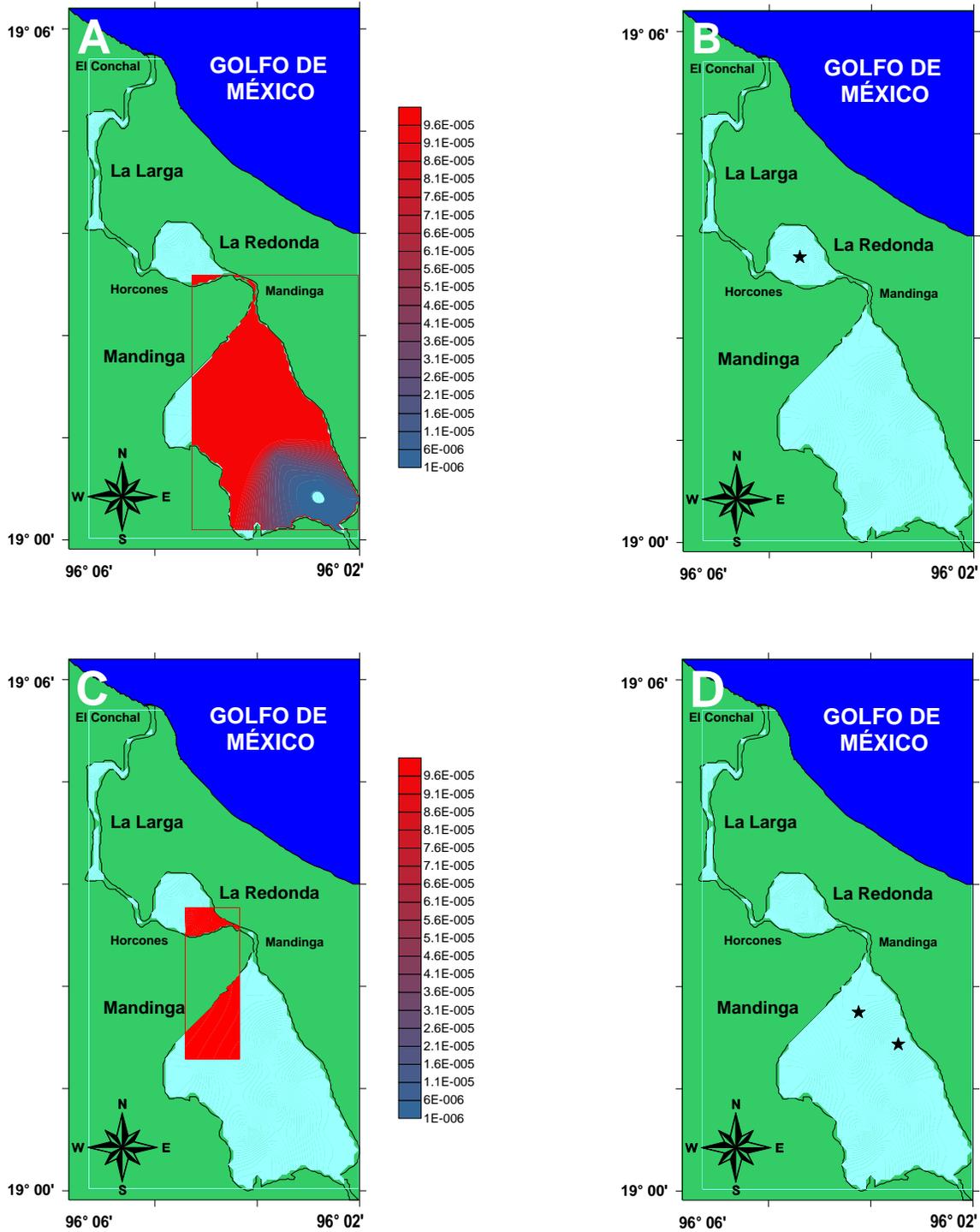


Fig. 60. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Tanaidacea en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Ostracoda. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.003395 ind/100 L a los 1.555022 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 61 A). La biomasa osciló entre 0.00000047 g/100 L a los 0.000217 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de La Redonda (Fig. 62 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.25 cm, transparencia promedio de 81.75 cm, temperatura del agua promedio de 27.69 °C, salinidad promedio de 28.74 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.82 mg/L y pH promedio de 7.96.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.190985 ind/100 L a los 0.339530 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 61 B). La biomasa osciló entre 0.000026 g/100 L a los 0.000047 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 62 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 120 cm, transparencia promedio de 70.66 cm, temperatura del agua promedio de 29.06 °C, salinidad promedio de 28.66 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.26 mg/L y pH promedio de 8.01.

En secas 2013, se recolectó en dos estaciones con una densidad de 0.101859 ind/100 L y 0.305577 ind/100 L y biomasa de 0.000014 g/100 L y 0.000042 g/100 L al centro de Mandinga y centro de La Redonda. (Fig. 61 y 62 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 145 cm, transparencia promedio de 85 cm, temperatura del agua promedio de 21.57 °C, salinidad promedio de 25.27 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.10 mg/L y pH promedio de 7.87.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.089975 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de Mandinga (Fig. 61 D). La biomasa osciló entre 0.00000023 g/100 L a los 0.000012 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de Mandinga (Fig. 62 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 188 cm, transparencia promedio de 75.8 cm, temperatura del agua promedio de 29.88 °C, salinidad promedio de 23.47 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.51 mg/L y pH promedio de 8.14.

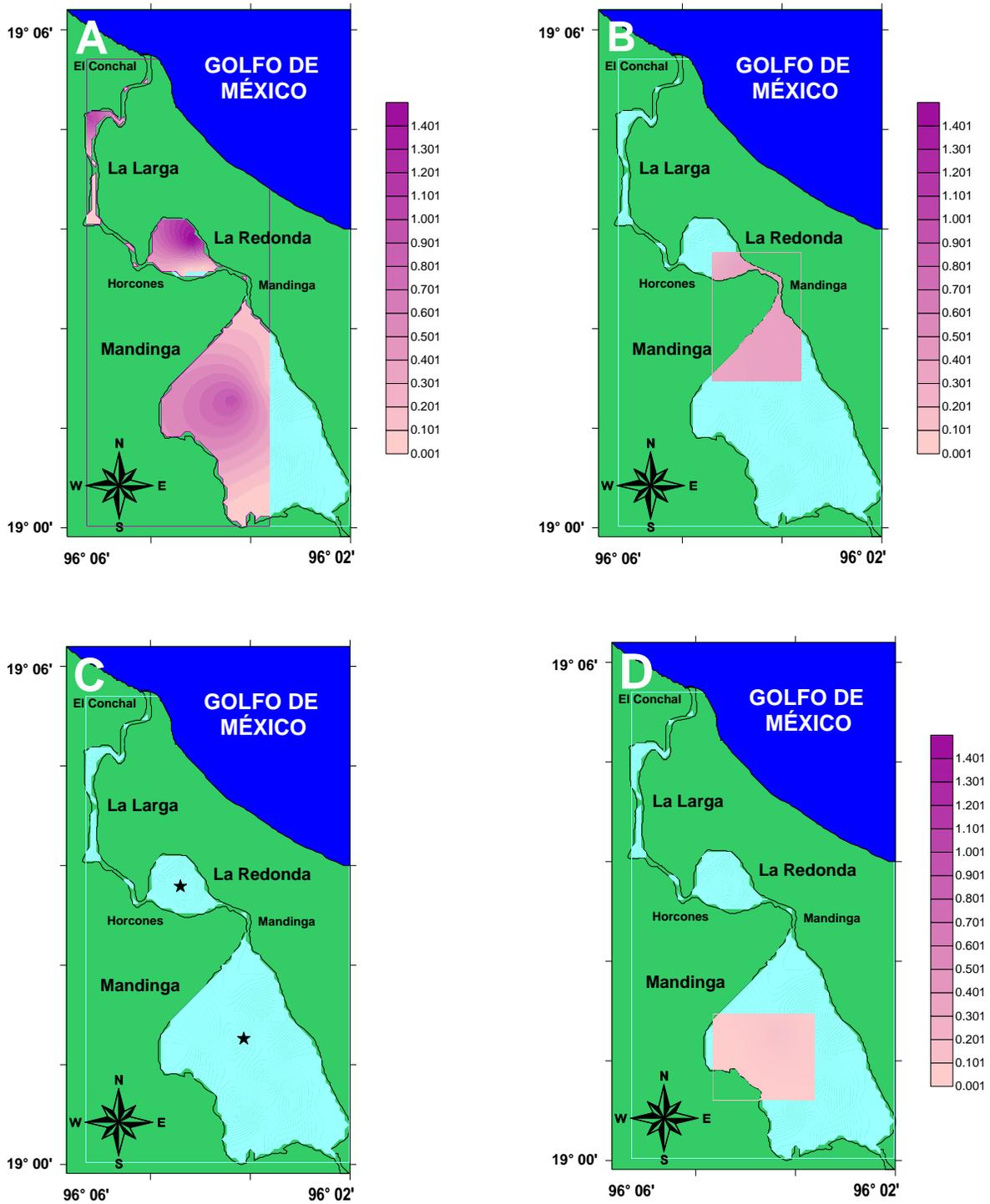


Fig. 61. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Ostracoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

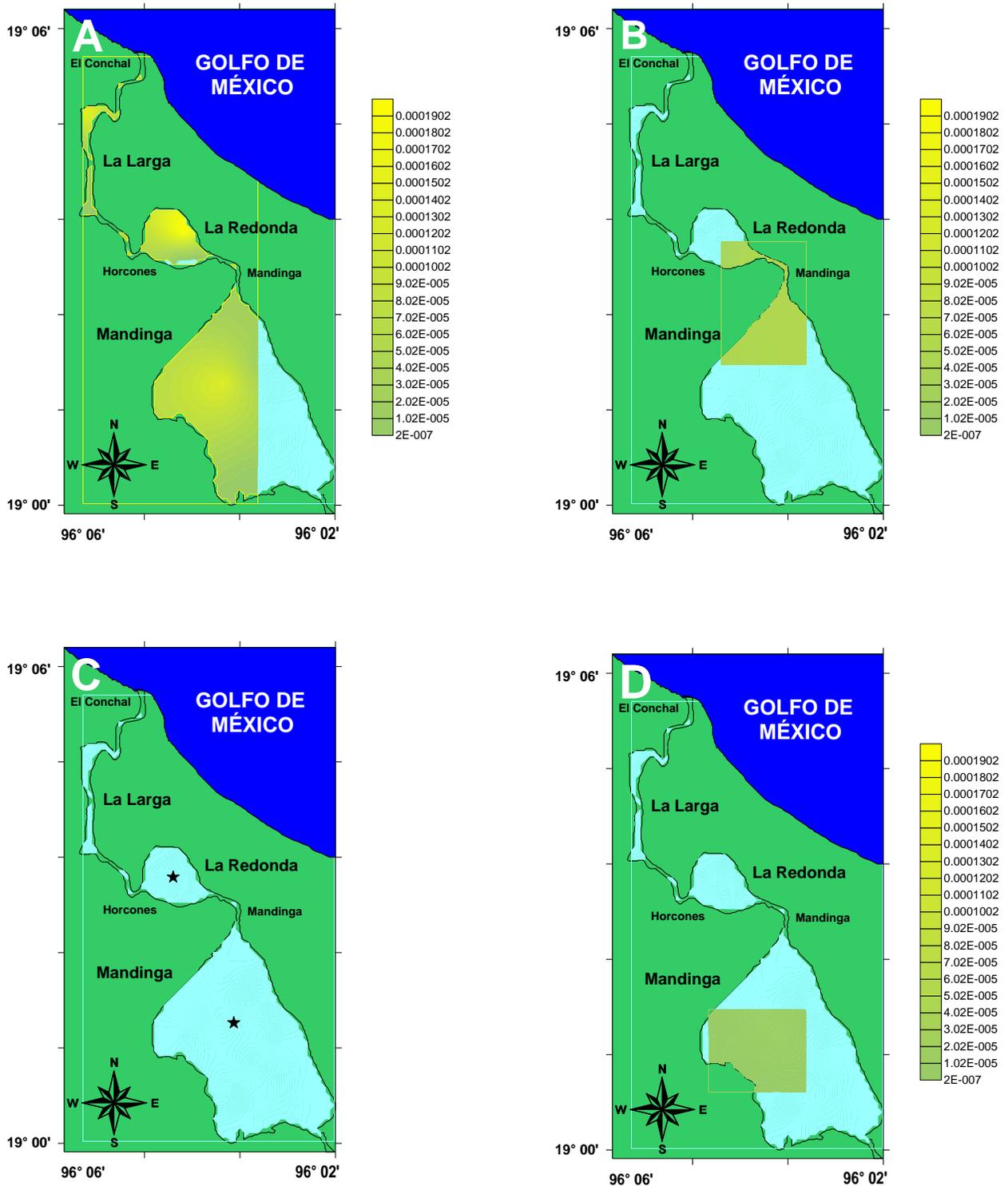


Fig. 62. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Ostracoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Chaetognatha. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.003395 ind/100 L a los 7.271073 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 63 A). La biomasa osciló entre 0.000013 g/100 L a los 0.002776 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de Mandinga (Fig. 64 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 154.37 cm, transparencia promedio de 79.08 cm, temperatura del agua promedio de 27.70 °C, salinidad promedio de 28.67 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.90 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se registró una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 3.437746 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 63 B). La biomasa osciló entre 0.000032 g/100 L a los 0.001312 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 64 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 113.63 cm, transparencia promedio de 74 cm, temperatura del agua promedio de 29.07 °C, salinidad promedio de 28.01 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.14 mg/L y pH promedio de 8.02.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 1.476957 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de Mandinga (Fig. 63 C). La biomasa osciló entre 0.000012 g/100 L a los 0.000563 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de Mandinga (Fig. 64 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 128 cm, transparencia promedio de 80.5 cm, temperatura del agua promedio de 21.75 °C, salinidad promedio de 24.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.02 mg/L y pH promedio de 7.83.

En secas 2015, recolectó una densidad entre 0.016976 ind/100 L a los 1.796116 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 63 D), La biomasa osciló entre 0.0000064 g/100 L a los 0.000685 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron noreste de Mandinga (Fig. 64 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

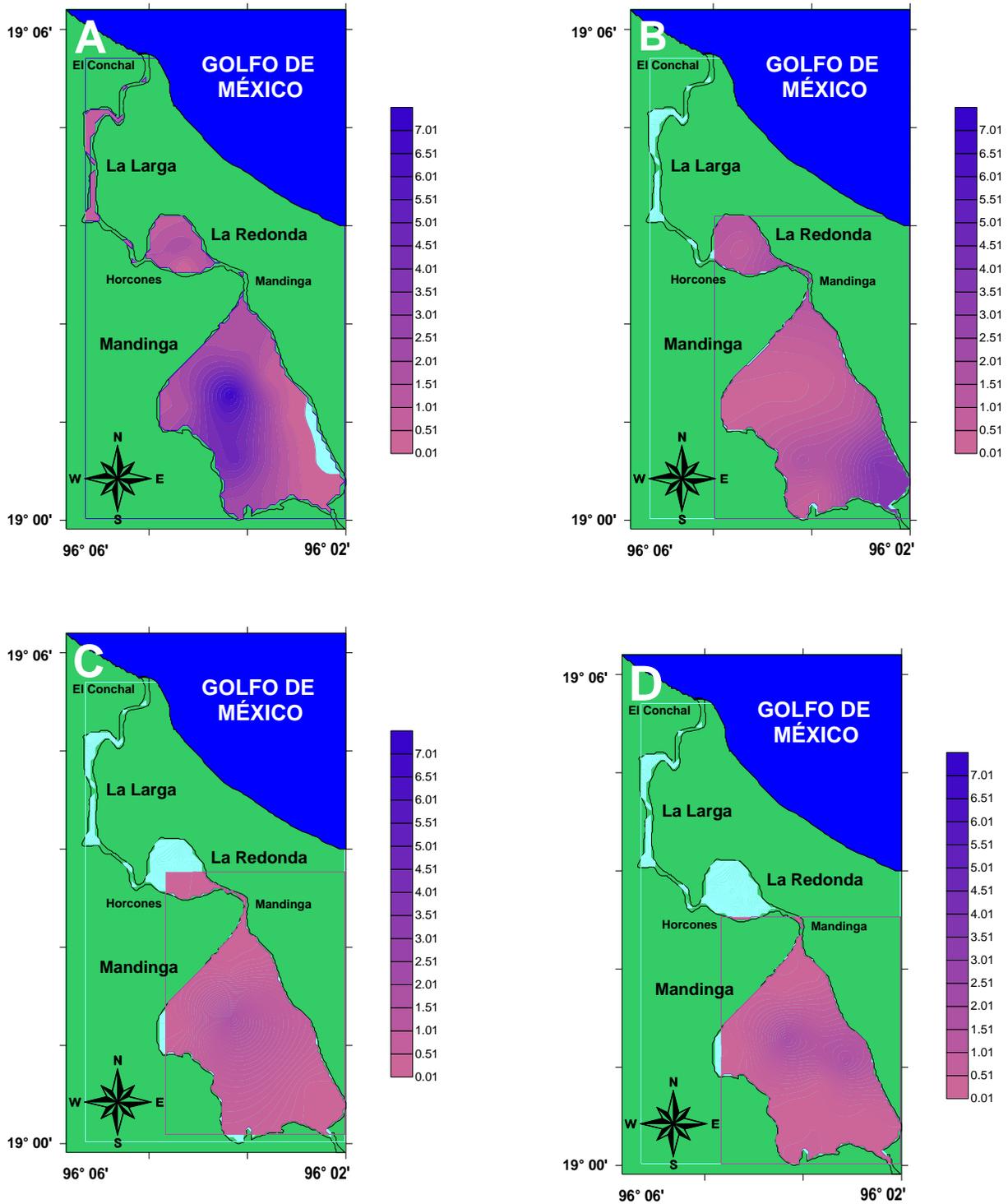


Fig. 63. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Chaetognatha en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

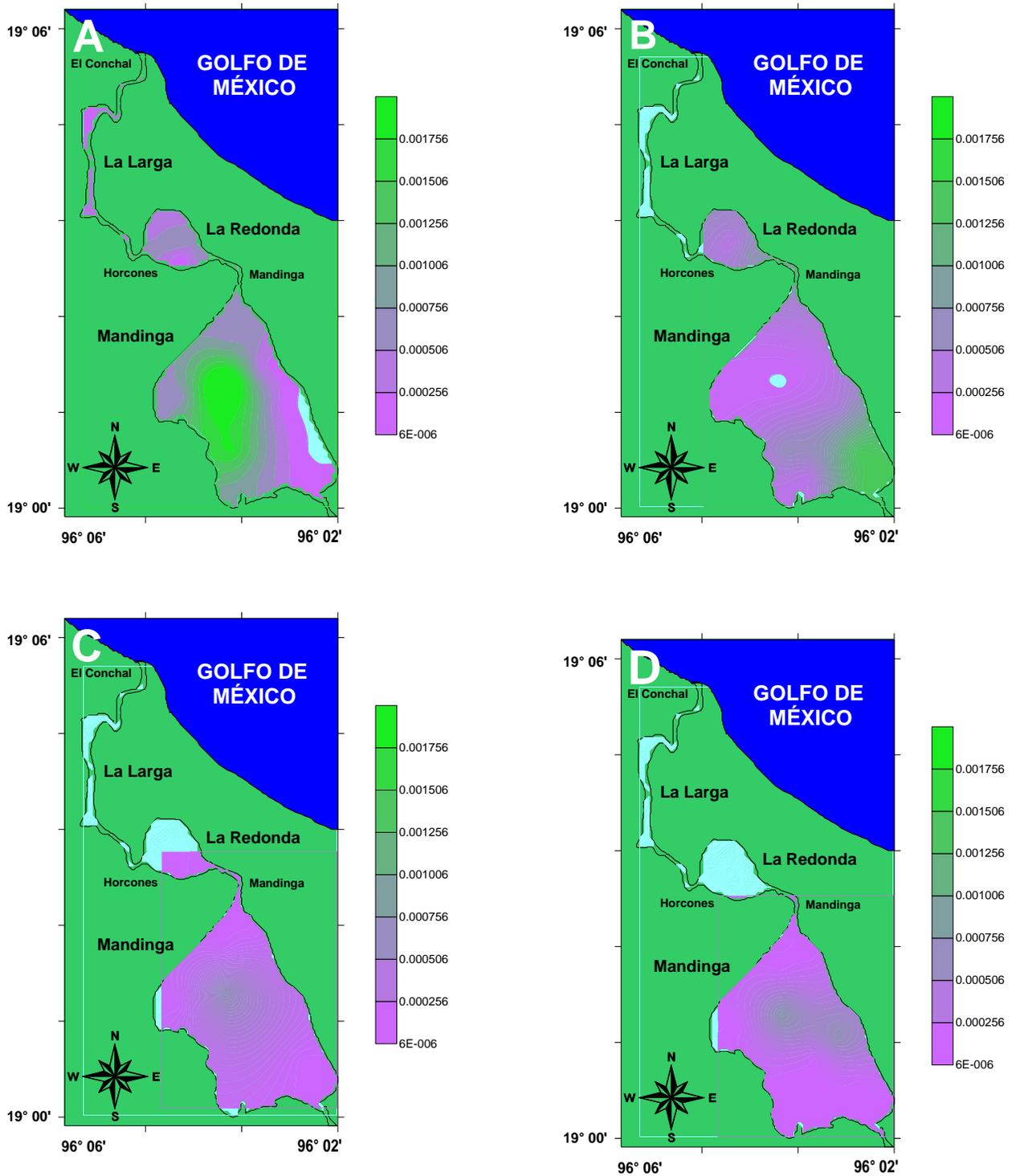


Fig. 64. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Chaetognatha en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Appendicularia. Durante secas 2011, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.275368 ind/100 L y 0.000027 g/100 L con una profundidad promedio de 60 cm, transparencia promedio de 60 cm, temperatura del agua promedio de 29.45 °C, salinidad promedio de 27.55 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.85 mg/L y pH promedio de 8.00 al

suroeste de Mandinga (Fig. 65 y 66 A).

En secas 2012 y 2013 no se recolectaron apendicularios.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.049231 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al centro de Mandinga (Fig. 65 B). La biomasa osciló entre 0.00000025 g/100 L a los 0.0000049 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al centro de Mandinga (Fig. 66 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 151.66 cm, transparencia promedio de 72.16 cm, temperatura del agua promedio de 28.76 °C, salinidad promedio de 22.03 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.56 mg/L y pH promedio de 8.18.

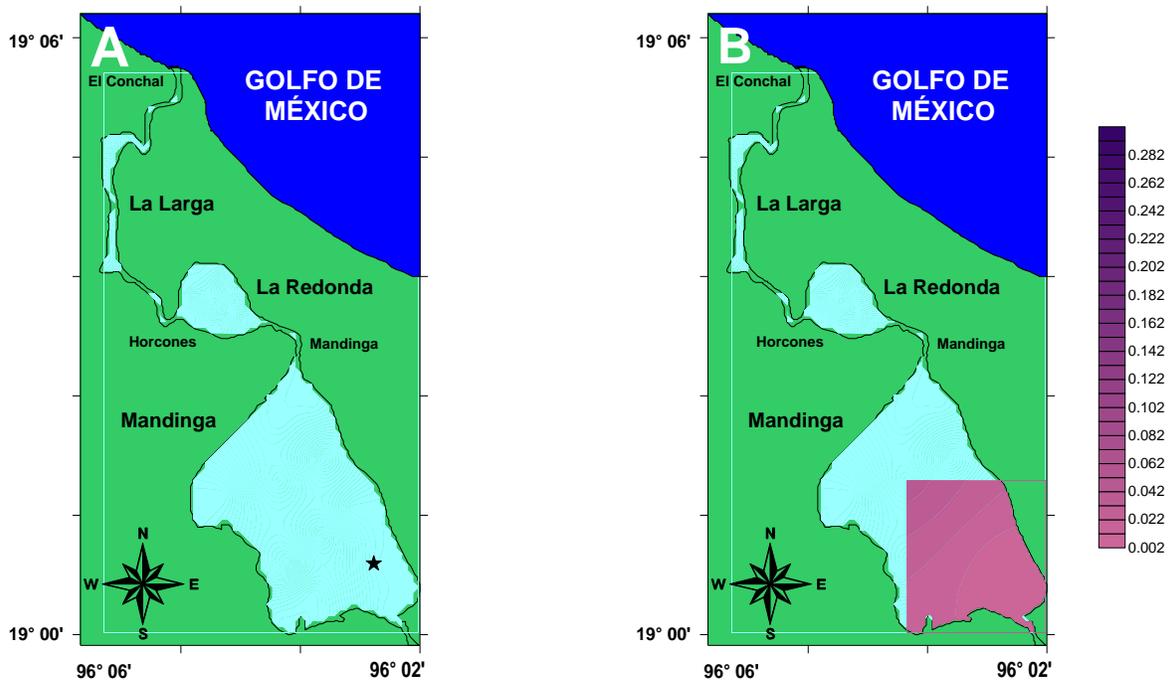


Fig. 65. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Appendicularia en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).

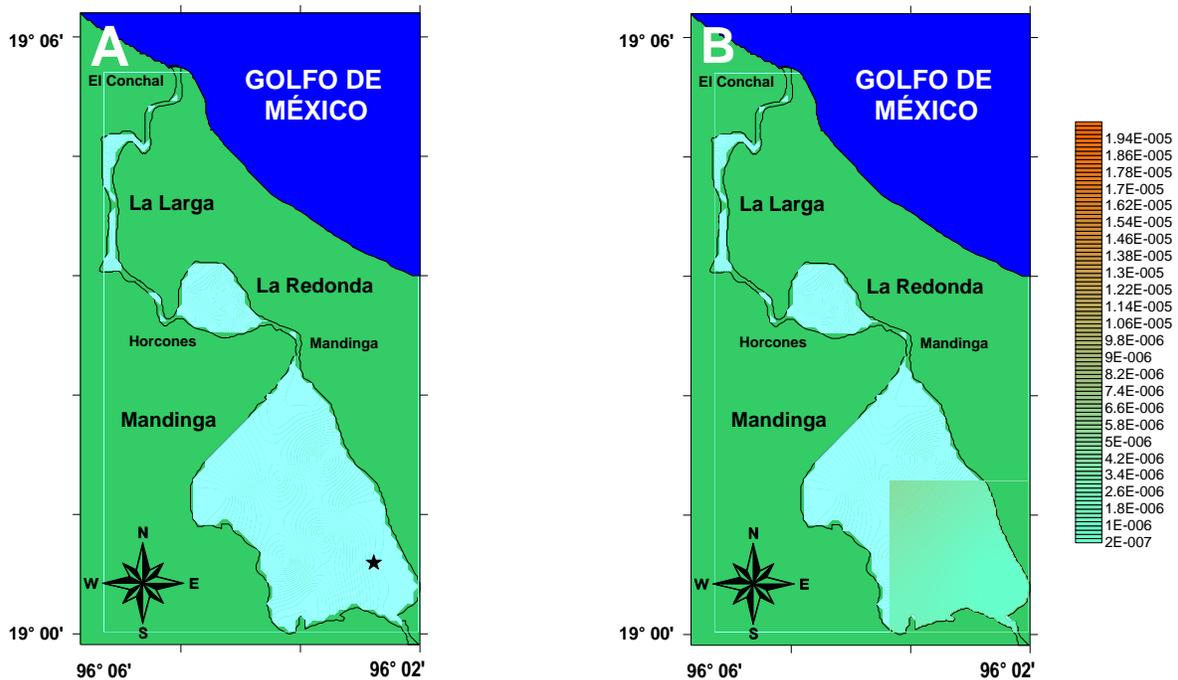


Fig. 66. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Appendicularia en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).



Huevos de pez. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 18.172611 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sur de Mandinga (Fig. 67 A). La biomasa osciló entre 0.00000057 g/100 L a los 0.004070 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de Mandinga (Fig. 68 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 154.37 cm, transparencia promedio de 79.08 cm, temperatura del agua promedio de 27.70 °C, salinidad promedio de 28.67 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.90 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 0.445633 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 67 B). La biomasa osciló entre 0.000019 g/100 L a los 0.000099 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 68 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 133.33 cm, transparencia promedio de 72.33 cm, temperatura del agua promedio de 28.95 °C, salinidad promedio de 29.16 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.97 mg/L y pH promedio de 7.95.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.305557 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 67 C). La biomasa osciló entre 0.0000076 g/100 L a los 0.000068 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 68 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 136.66 cm, transparencia promedio de 79.33 cm, temperatura del agua promedio de 21.71 °C, salinidad promedio de 25.2 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.00 mg/L y pH promedio de 7.86.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.075937 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 67 D). La biomasa osciló entre 0.00000057 g/100 L a los 0.000017 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 68 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 135 cm, transparencia promedio de 63.3 cm, temperatura del agua promedio de 29.34 °C, salinidad promedio de 22.33 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.72 mg/L y pH promedio de 8.19.

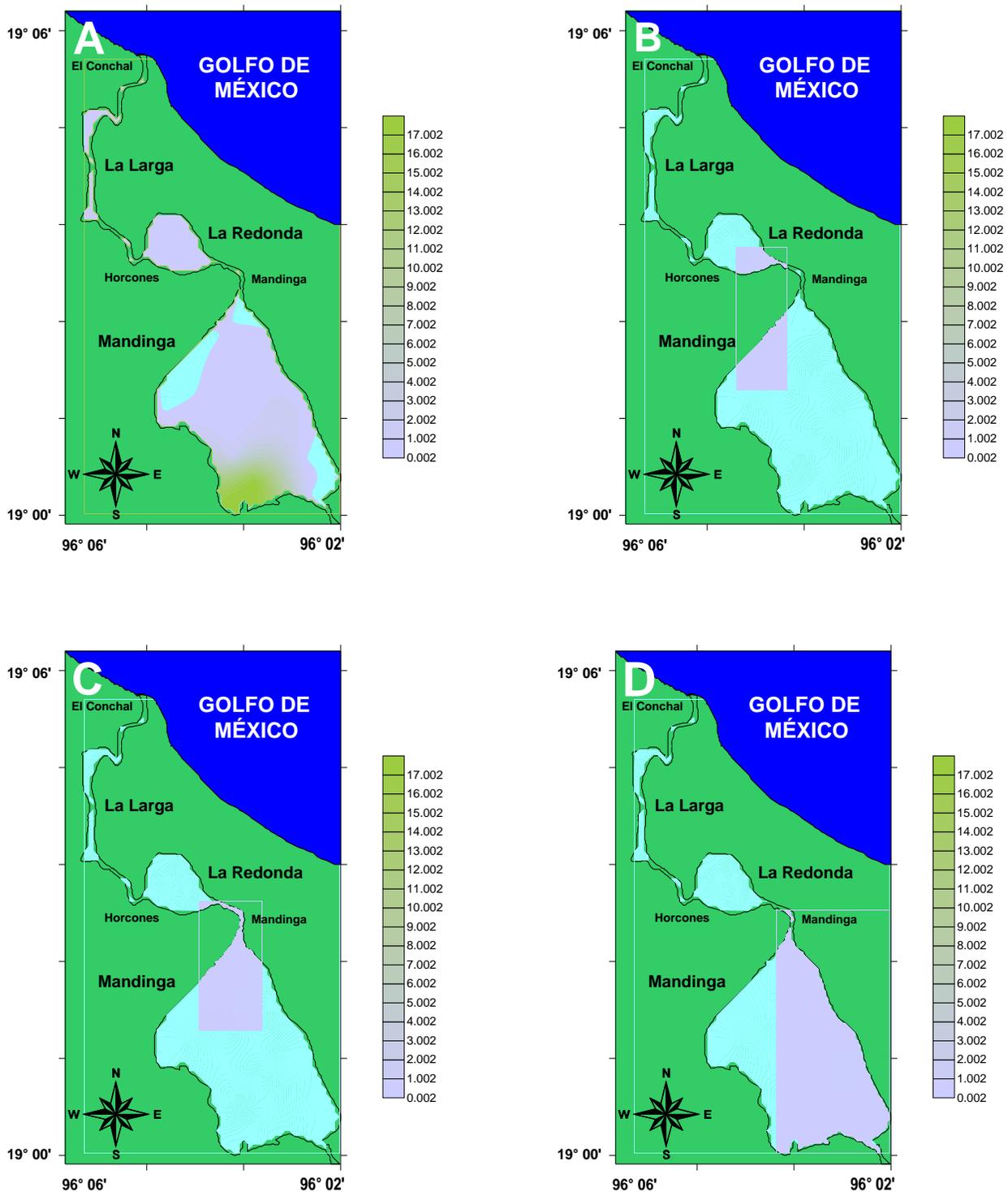


Fig. 67. Cambios de la densidad (ind/100 L) de huevos de pez en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

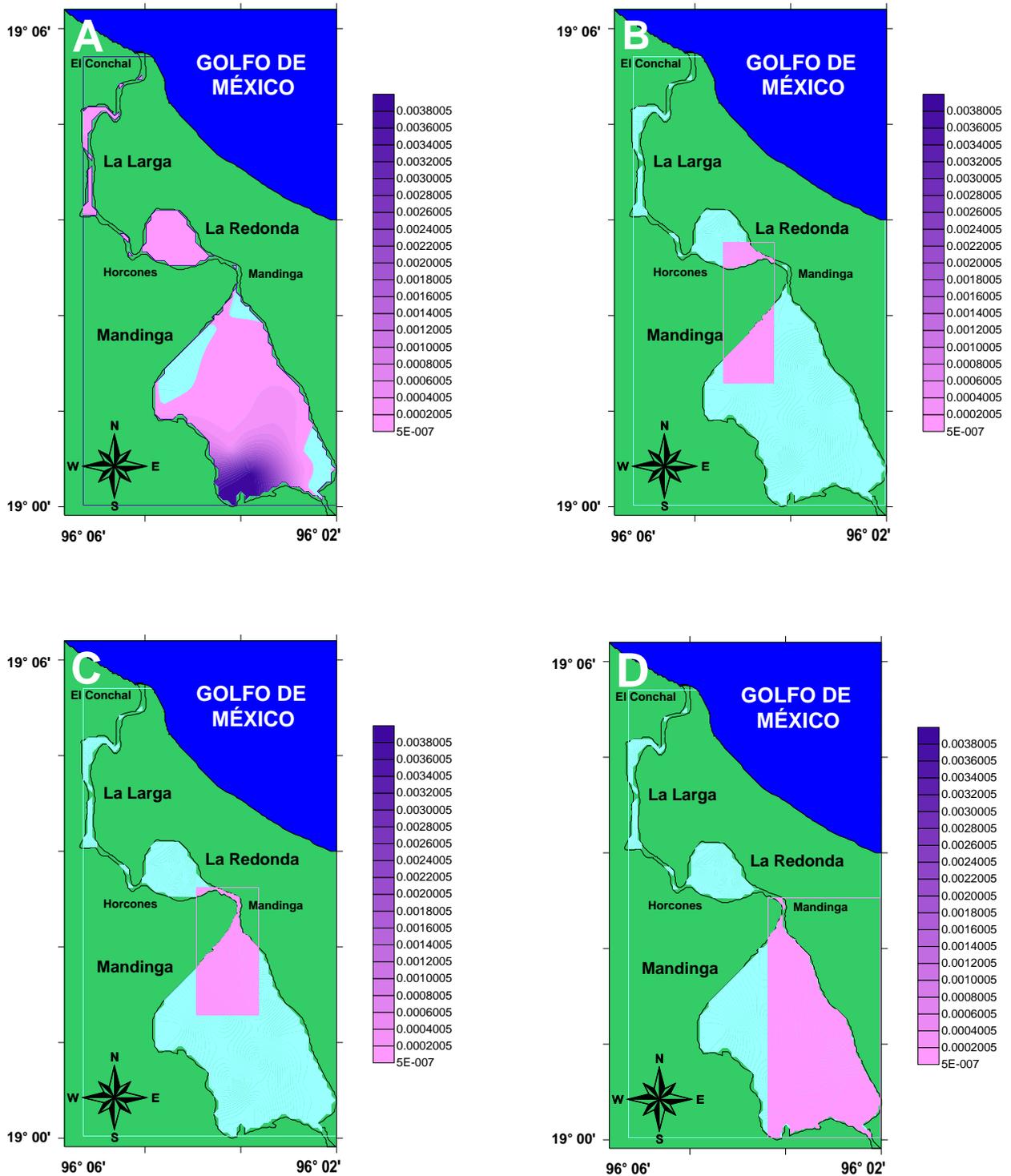


Fig. 68. Cambios de la biomasa (g/100 L) de huevos de pez en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larvas de pez. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 1.519229 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de La Redonda (Fig. 69 A). La biomasa osciló entre 0.000016 g/100 L a los 0.009766 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al suroeste de La Redonda (Fig. 70 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 155.17 cm, transparencia promedio de 75.25 cm, temperatura del agua promedio de 27.72 °C, salinidad promedio de 28.72 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.92 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2012, no se recolectaron larvas de pez.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.067990 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 69 B). La biomasa osciló entre 0.000218 g/100 L a los 0.000436 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 70 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 123.33 cm, transparencia promedio de 87.66 cm, temperatura del agua promedio de 21.18 °C, salinidad promedio de 25.05 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.84 mg/L y pH promedio de 7.86.

En secas 2015, se recolectó en dos estaciones con una densidad entre 0.020371 ind/100 L a los 0.028476 ind/100 L y biomasa entre 0.000130 g/100 L a los 0.000183 g/100 L, ubicándose al sureste y centro de Mandinga (Fig. 69 y 70 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 145 cm, transparencia promedio de 53 cm, temperatura del agua promedio de 29.65 °C, salinidad promedio de 22.6 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.2.

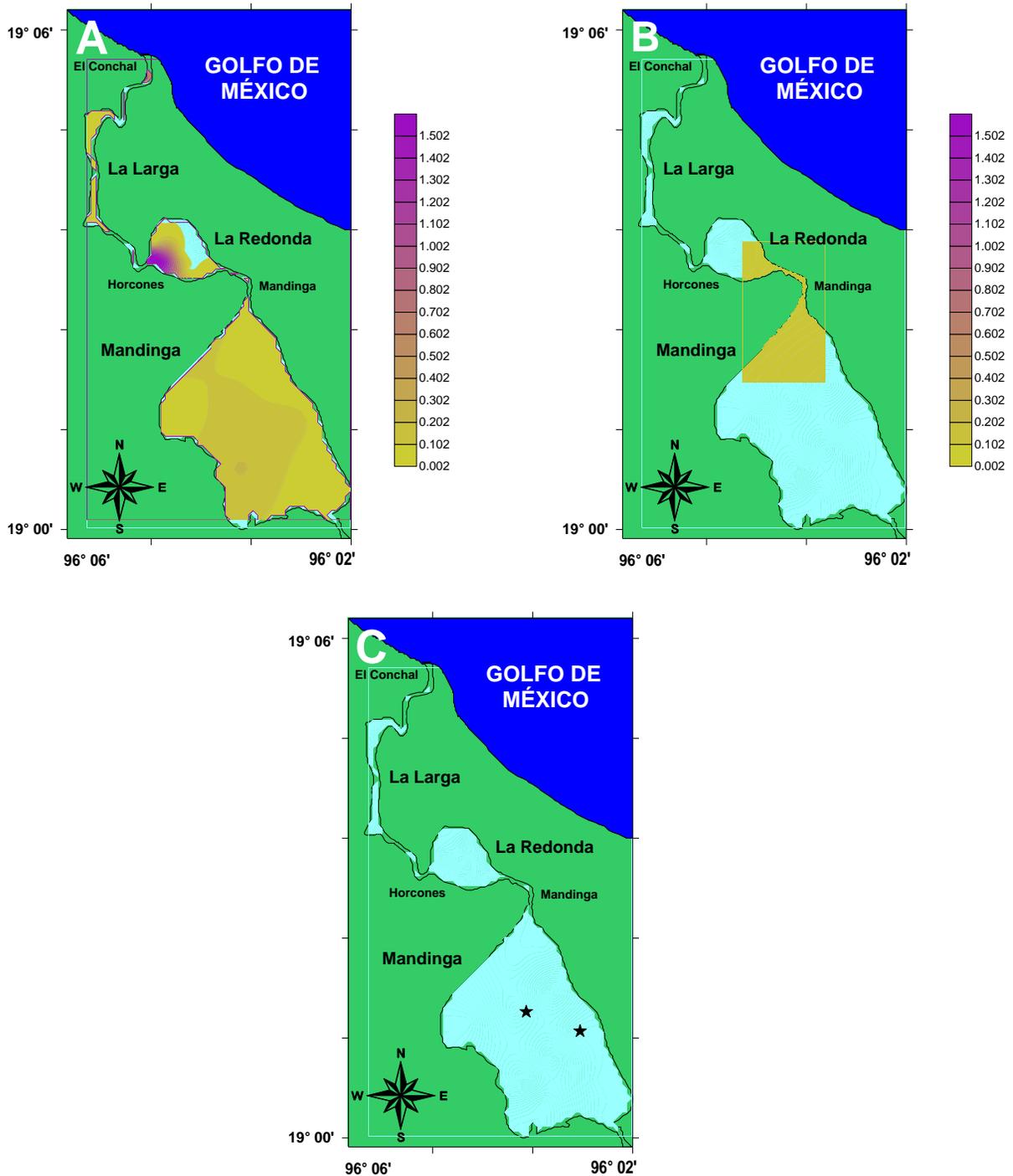


Fig. 69. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas de pez en temporadas de secas 2011 (A), 2013 (B) y 2015 (C).

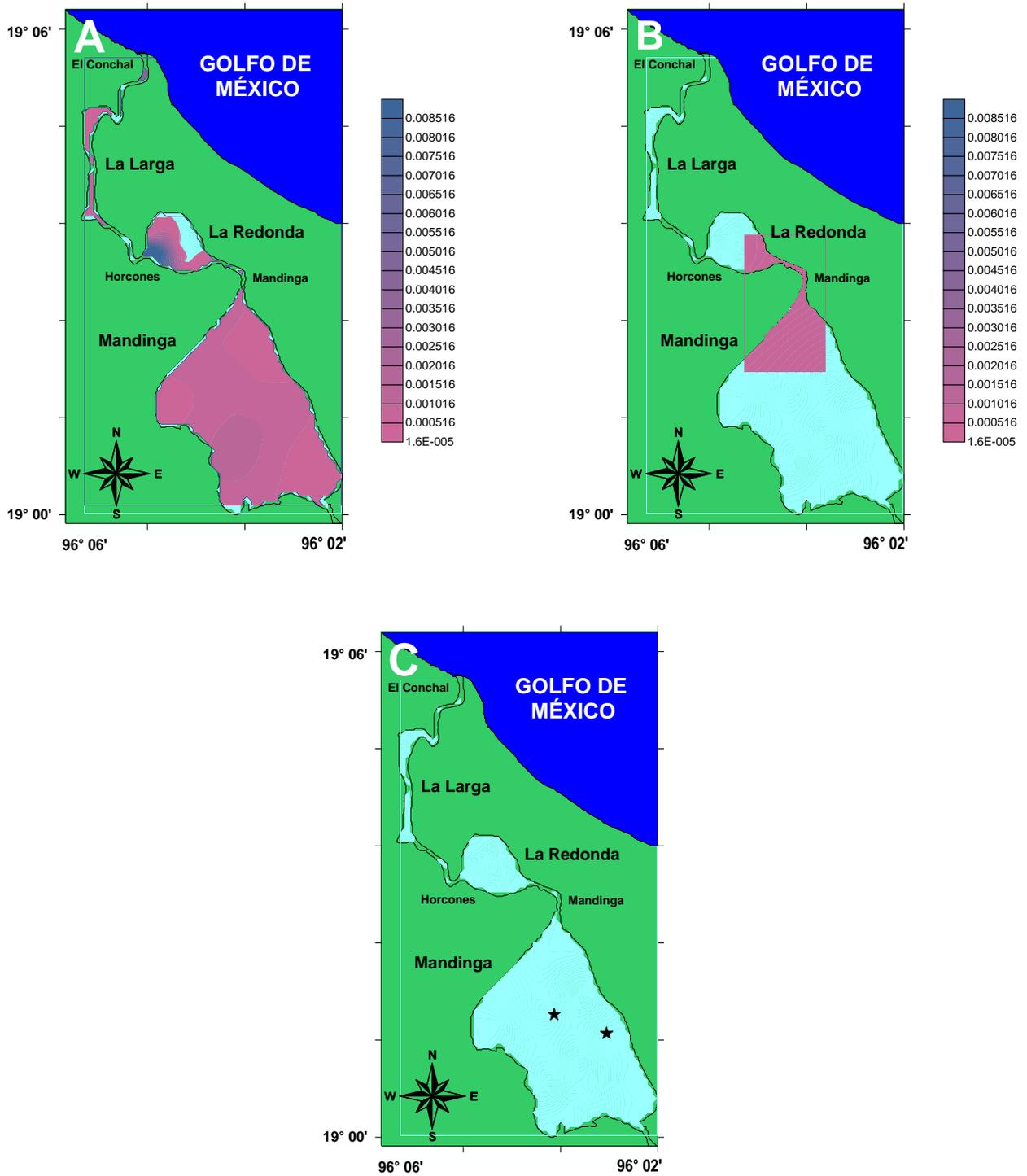
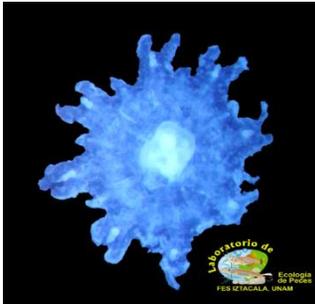


Fig. 70. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas de pez en temporadas de secas 2011 (A), 2013 (B) y 2015 (C).



Cnidaria. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 3.034146 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sur de La Larga (Fig. 71 A). La biomasa osciló entre 0.0000012 g/100 L a los 0.001517 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de La Larga (Fig. 72 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 155.42 cm, transparencia promedio de 79.87 cm, temperatura del agua promedio de 27.75 °C, salinidad promedio de 28.70 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.86 mg/L y pH promedio de 7.92.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 1.782535 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de La Redonda y norte de Mandinga (Fig. 71 B). La biomasa osciló entre 0.000042 g/100 L a los 0.000891 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de La Redonda y norte de Mandinga (Fig. 72 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 108.33 cm, transparencia promedio de 56.5 cm, temperatura del agua promedio de 29.35 °C, salinidad promedio de 27.72 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.35 mg/L y pH promedio de 8.03.

En secas 2013, se recolectó una densidad entre 0.033953 ind/100 L a los 0.504086 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 71 C). La biomasa osciló entre 0.000016 g/100 L a los 0.000252 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 72 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 137.5 cm, transparencia promedio de 82.97 cm, temperatura del agua promedio de 21.68 °C, salinidad promedio de 24.96 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.87 mg/L y pH promedio de 7.85.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.006790 ind/100 L a los 0.1180350 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 71 D). La biomasa osciló entre 0.0000033 g/100 L a los 0.000090 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 72 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 161.5 cm, transparencia promedio de 73.85 cm, temperatura del agua promedio de 29.57 °C, salinidad promedio de 22.85 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.16.

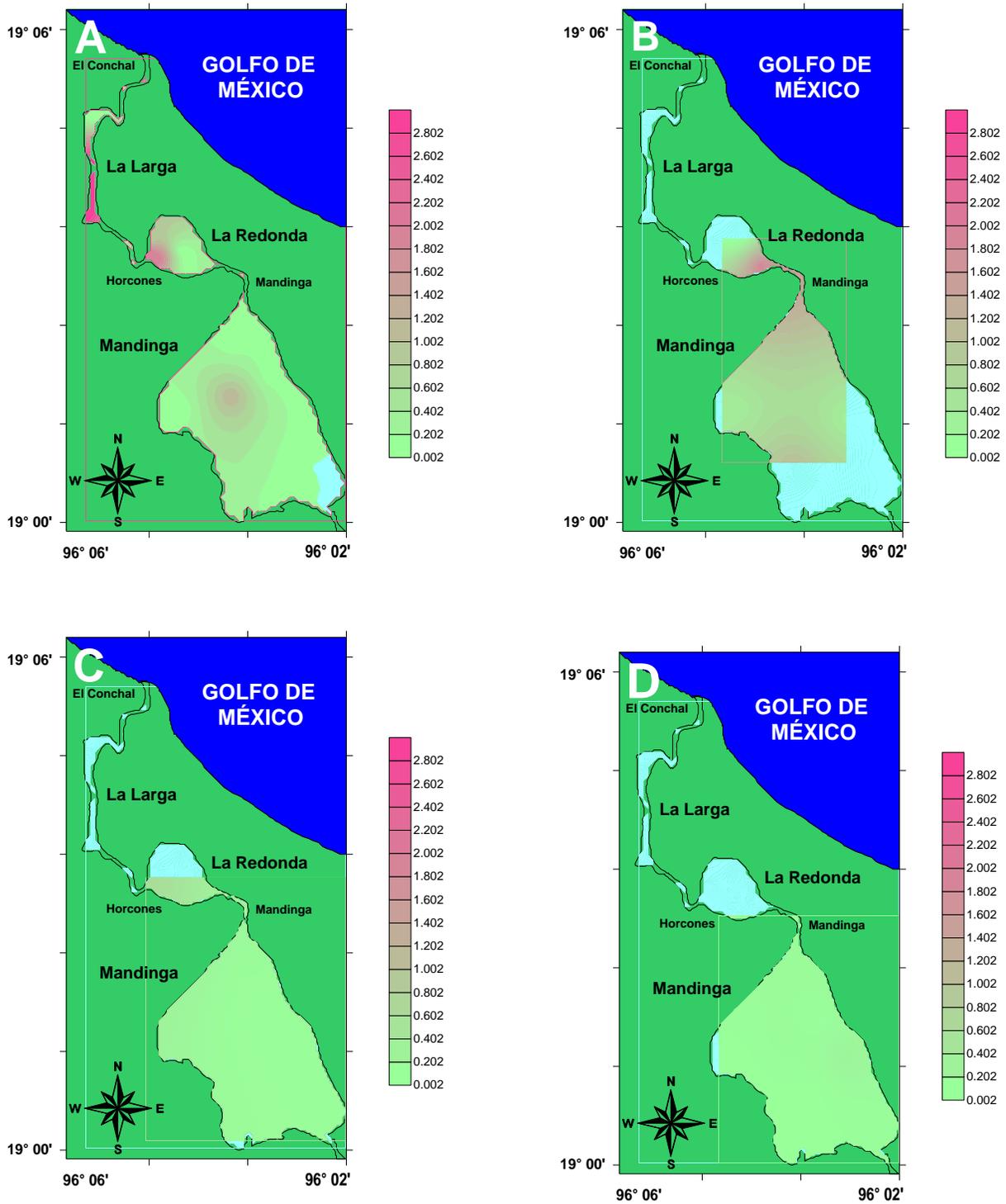


Fig. 71. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Cnidaria en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

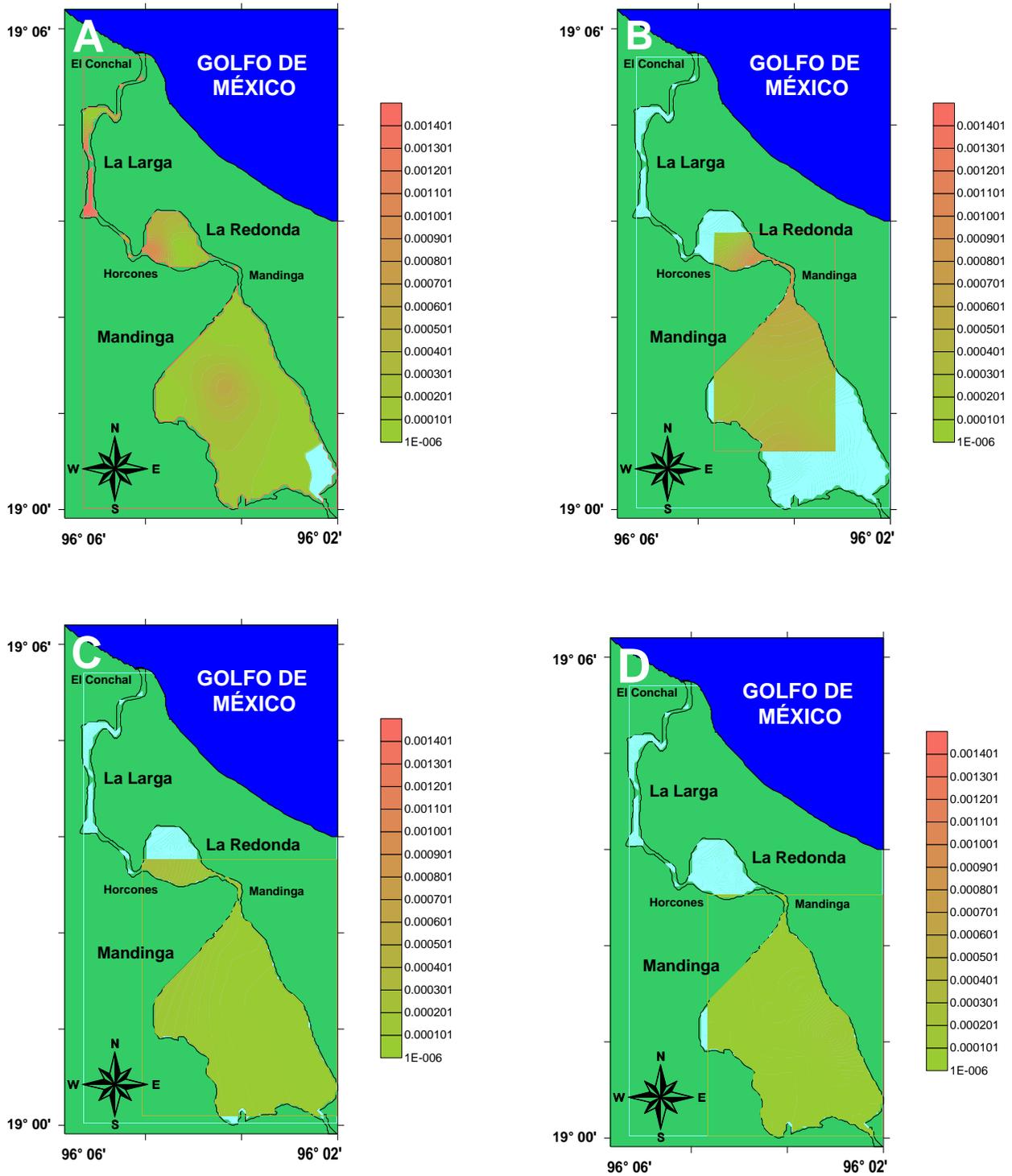


Fig. 72. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Cnidaria en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Ctenophora. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.007639 ind/100 L a los 0.382684 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 73 A). La biomasa osciló entre 0.000342 g/100 L a los 0.017144 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 74 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 138.20 cm, transparencia promedio de 78.63 cm, temperatura del agua promedio de 27.97 °C, salinidad promedio de 28.20 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.09 mg/L y pH promedio de 7.94.

En secas 2012, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.084882 ind/100 L y 0.003802 g/100 L con una profundidad promedio de 170 cm, transparencia promedio de 105 cm, temperatura del agua promedio de 28.6 °C, salinidad promedio de 27.7 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.03 mg/L y pH promedio de 8.05 al sureste de Mandinga (Fig. 73 y 74 B).

En secas 2013, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.554495 ind/100 L y 0.024841 g/100 L con una profundidad promedio de 140 cm, transparencia promedio de 112 cm, temperatura del agua promedio de 21.7 °C, salinidad promedio de 26.9 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.84 mg/L y pH promedio de 7.8 al suroeste de La Redonda (Fig. 73 y 74 C).

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.020371 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 73 D). La biomasa osciló entre 0.000076 g/100 L a los 0.000912 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 74 D).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 134 cm, transparencia promedio de 61.3 cm, temperatura del agua promedio de 29.5 °C, salinidad promedio de 22.43 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.77 mg/L y pH promedio de 8.2.

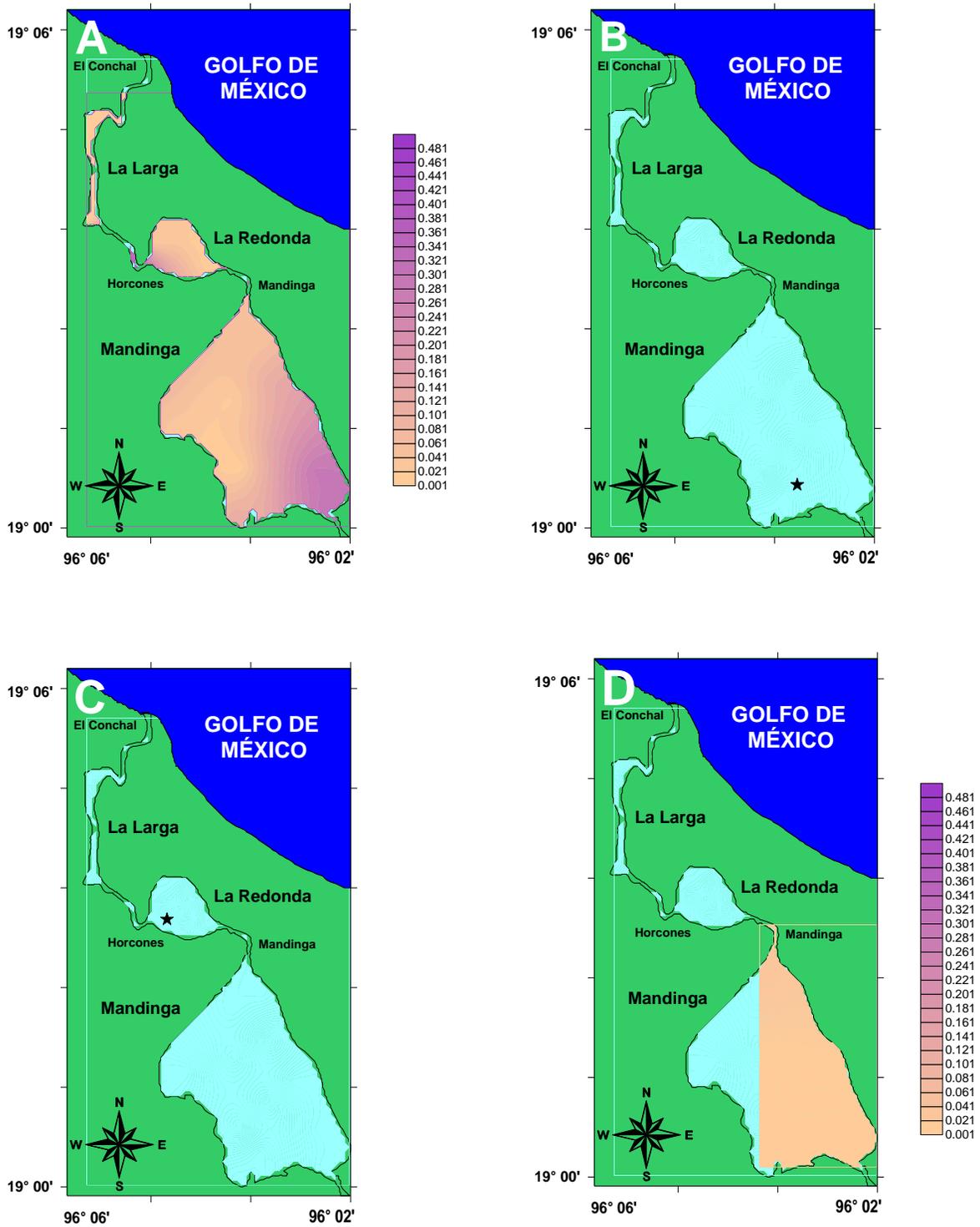


Fig. 73. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Ctenophora en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).

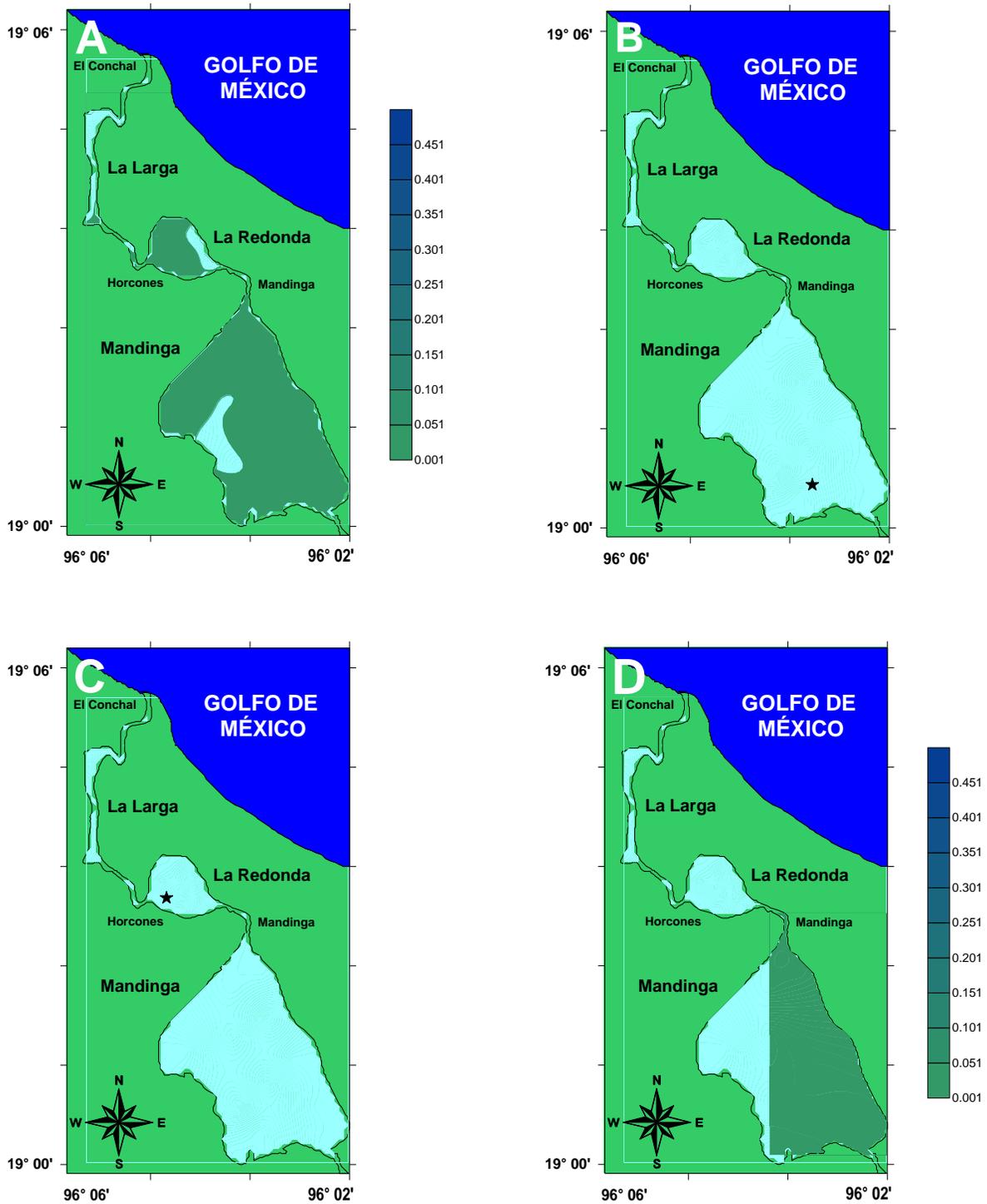


Fig. 74. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Ctenophora en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B), 2013 (C) y 2015 (D).



Larva trocófora. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.002546 ind/100 L a los 0.225548 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 75 A). La biomasa osciló entre 0.00000033 g/100 L a los 0.0000030 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 76 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 257.50 cm, transparencia promedio de 89 cm, temperatura del agua promedio de 26.73 °C, salinidad promedio de 31.45 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.76 mg/L y pH promedio de 7.85.

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.063661 ind/100 L a los 0.127323 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 75 B). La biomasa osciló entre 0.00000084 g/100 L a los 0.0000016 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 76 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 110 cm, transparencia promedio de 69.33 cm, temperatura del agua promedio de 28.93 °C, salinidad promedio de 28.46 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.23 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2013, no se recolectaron larvas trocófora.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.028476 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 75 C). La biomasa osciló entre 0.00000022 g/100 L a los 0.00000037 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 76 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 184.16 cm, transparencia promedio de 67.75 cm, temperatura del agua promedio de 29.17 °C, salinidad promedio de 21.92 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.43 mg/L y pH promedio de 8.14.

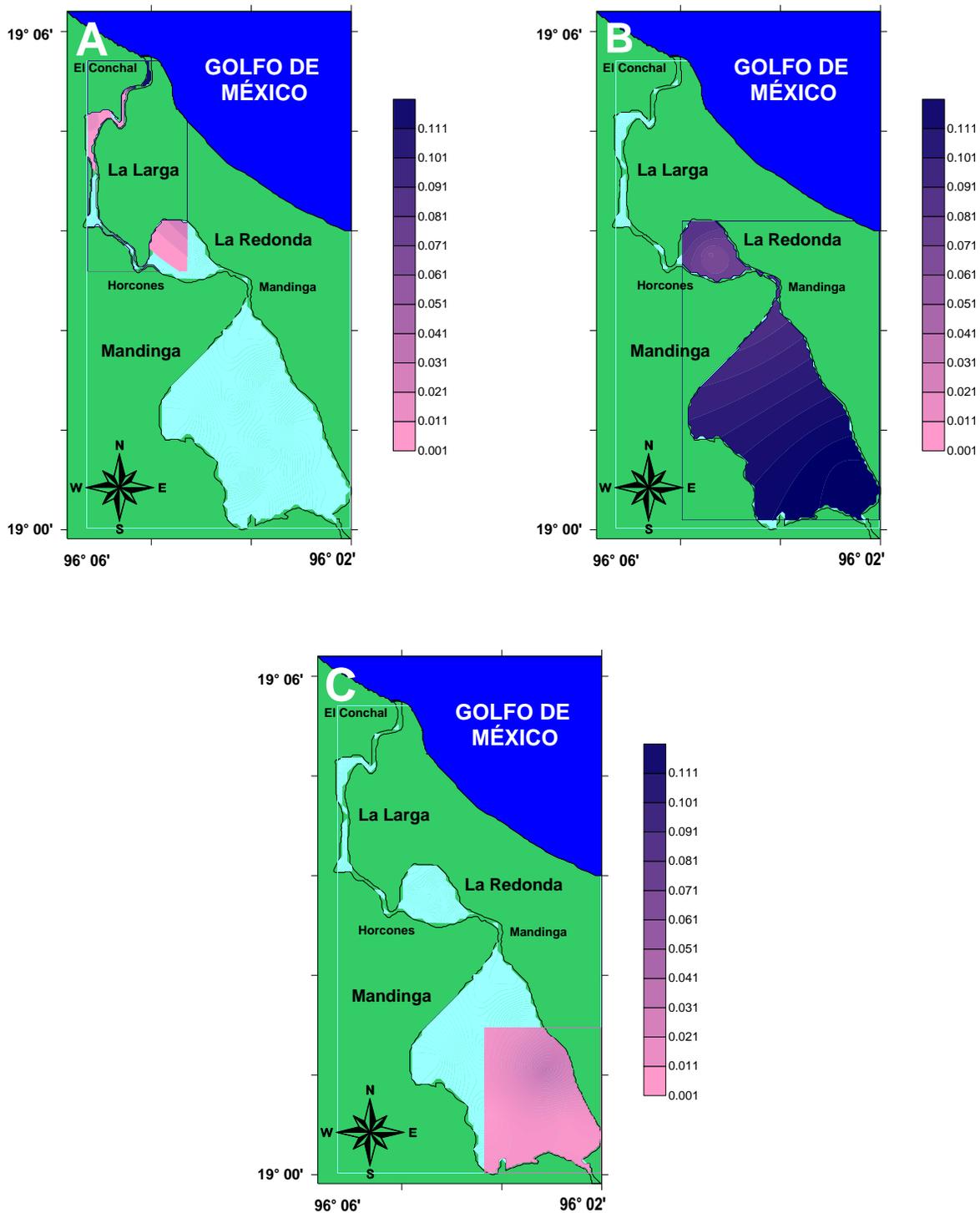


Fig. 75. Cambios de la densidad (ind/100 L) de larvas trocófora en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).

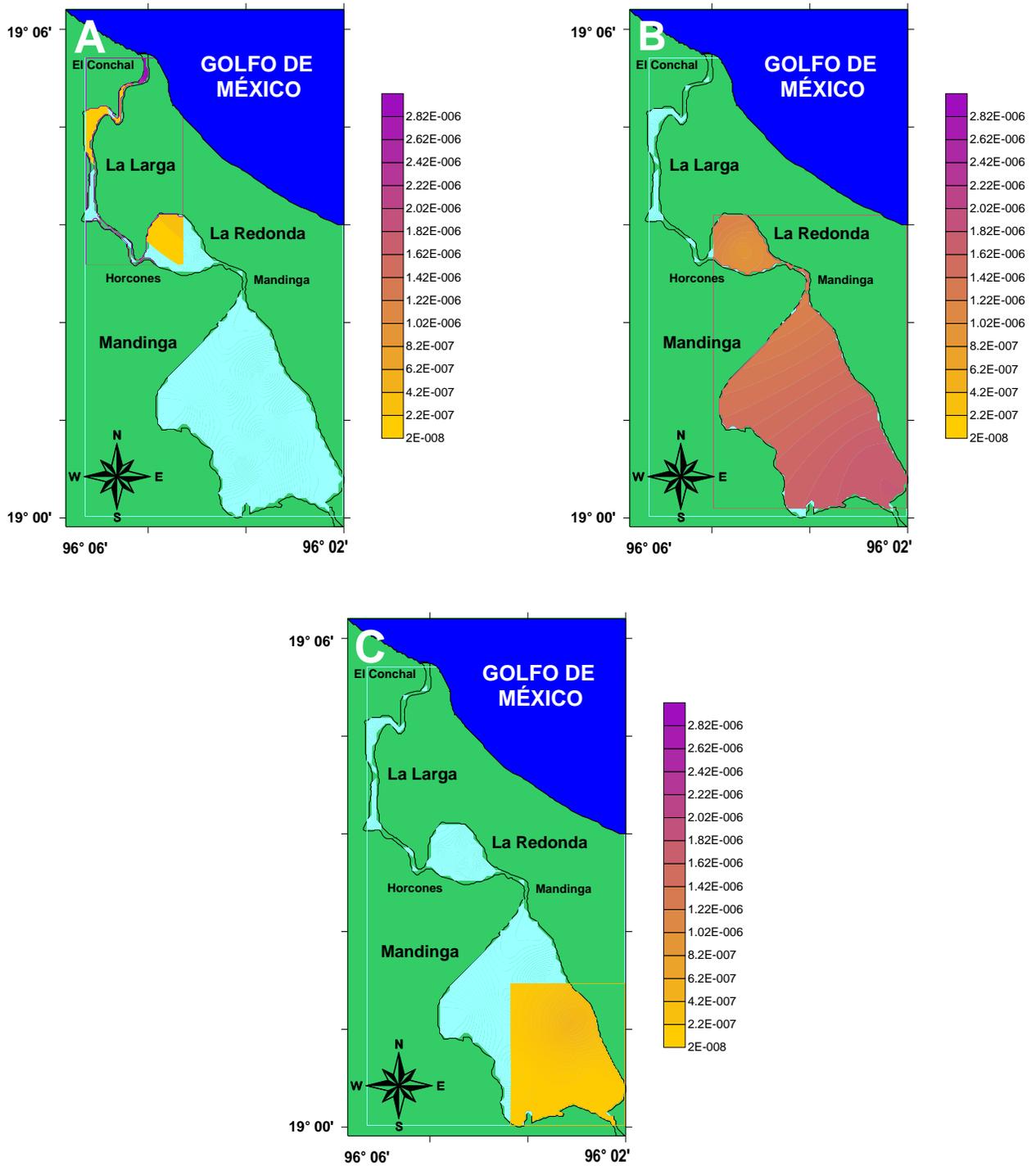


Fig. 76. Cambios de la biomasa (g/100 L) de larvas trocófora en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).



Bivalvia. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.061115 ind/100 L a los 0.144815 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 77 A). La biomasa osciló entre 0.000122 g/100 L a los 0.000289 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 78 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 213.33 cm, transparencia promedio de 103.67 cm, temperatura del agua promedio de 26.92 °C, salinidad promedio de 31.02 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.88 mg/L y pH promedio de 7.83.

En secas 2012, no se recolectaron bivalvos.

En secas 2013, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.033953 ind/100 L y 0.000067 g/100 L con una profundidad promedio de 140 cm, transparencia promedio de 103 cm, temperatura del agua promedio de 21.5 °C, salinidad promedio de 26.55 ups, oxígeno disuelto promedio de 11.02 mg/L y pH promedio de 7.85 al centro de La Redonda (Fig. 77 y 78 B).

En secas 2015, se recolectó en dos estaciones con una densidad entre 0.004746 ind/100 L a los 0.032255 ind/100 L y biomasa entre 0.0000094 g/100 L a los 0.000064 g/100 L, ubicándose al noreste y centro de Mandinga (Fig. 77 y 78 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 145 cm, transparencia promedio de 53 cm, temperatura del agua promedio de 29.65 °C, salinidad promedio de 22.6 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.69 mg/L y pH promedio de 8.2.

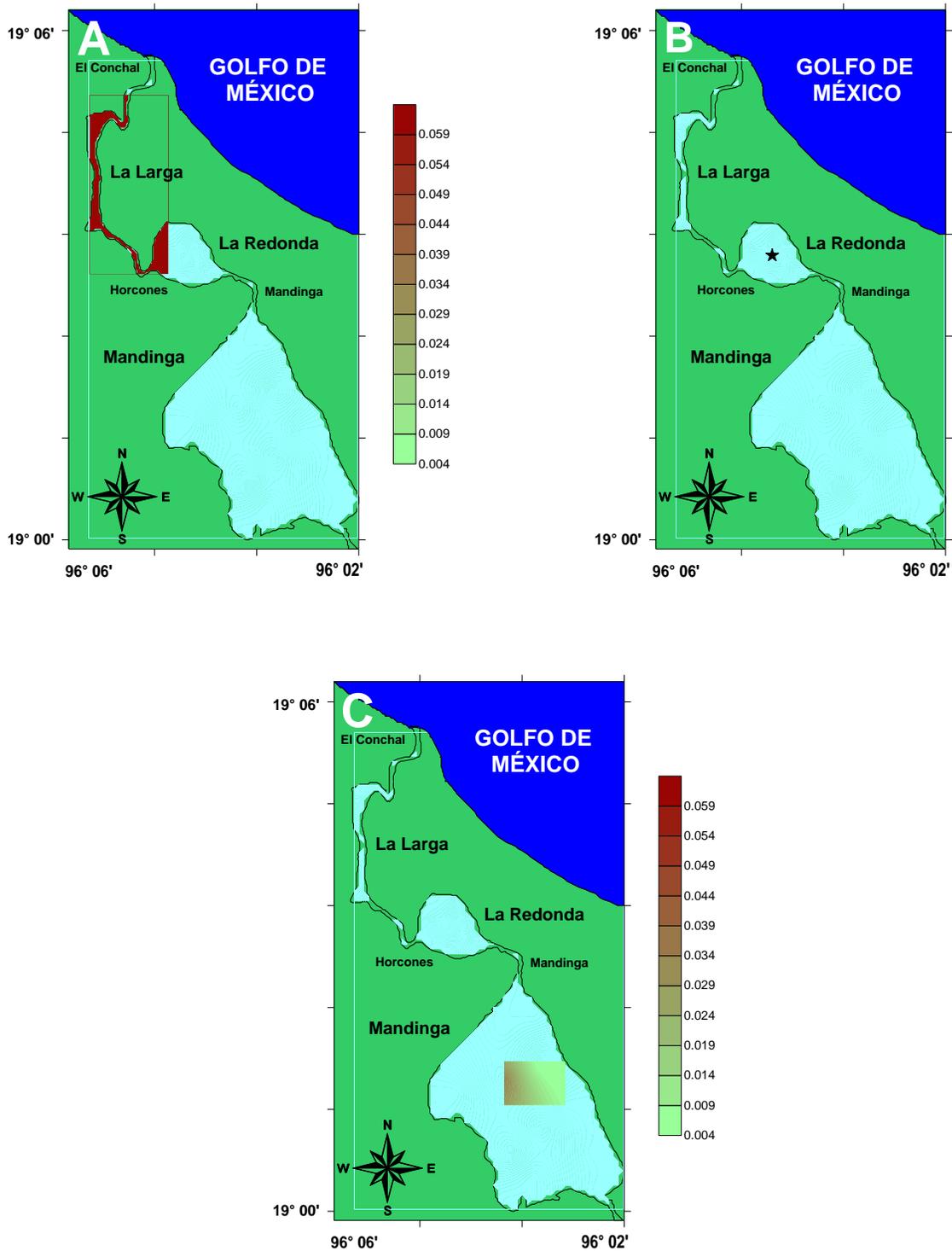


Fig. 77. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Bivalvia en temporadas de secas 2011 (A), 2013 (B) y 2015 (C).

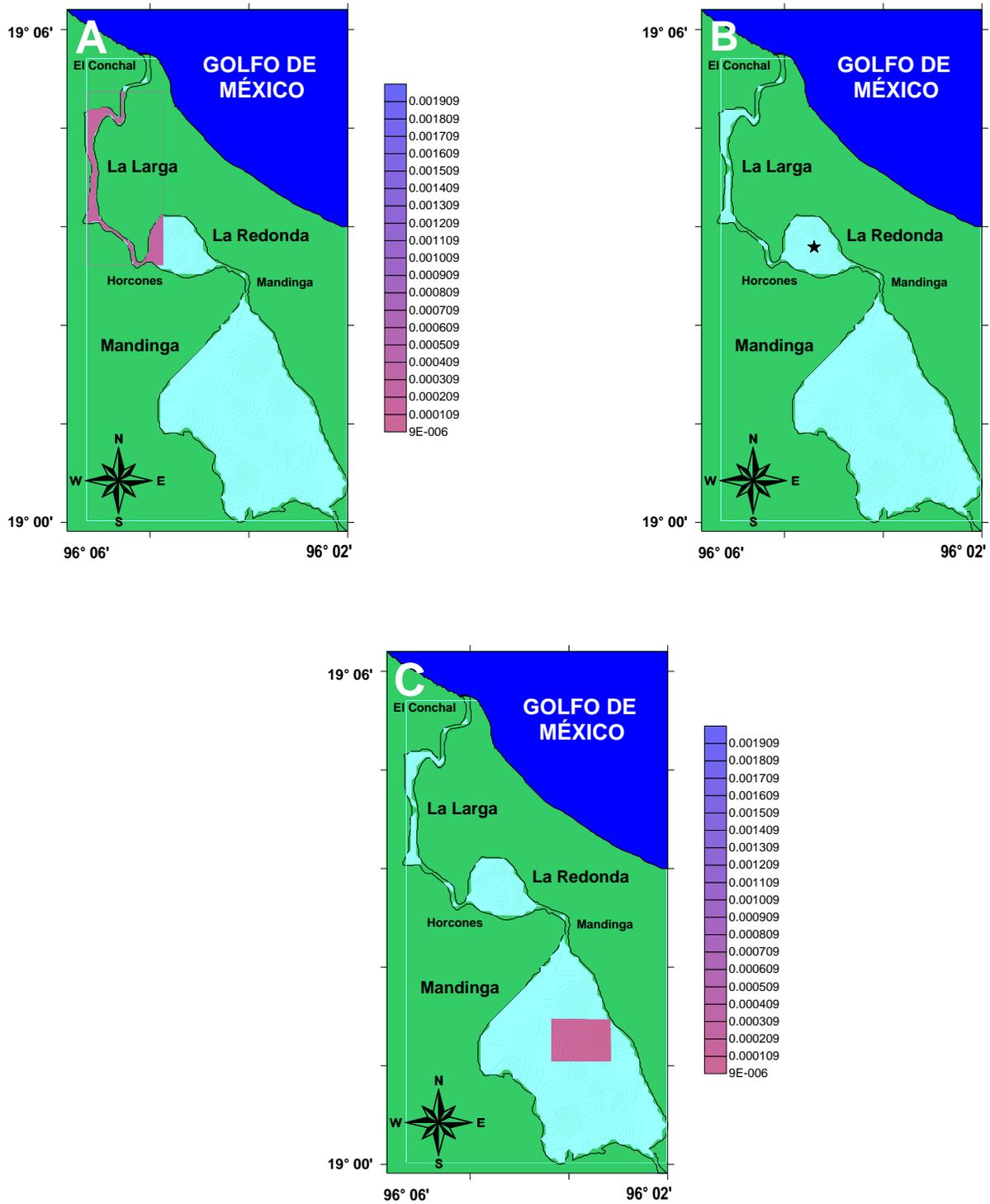


Fig. 78. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Bivalvia en temporadas de secas 2011 (A), 2013 (B) y 2015 (C).



Gastropoda. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.010185 ind/100 L a los 4.490843 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al suroeste de La Redonda (Fig. 79 A). La biomasa, osciló entre 0.000040 g/100 L a los 0.0117963 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noroeste de La Redonda (Fig. 80 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 230.43 cm, transparencia promedio de 91.50 cm, temperatura del agua promedio de 27.12 °C, salinidad promedio de 30.49 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.06 mg/L y pH promedio de 7.82.

En secas 2012, se recolectó en una estación con una densidad y biomasa de 0.084882 ind/100 L y 0.000339 g/100 L con una profundidad promedio de 90 cm, transparencia promedio de 33 cm, temperatura del agua promedio de 29.65 °C, salinidad promedio de 29.4 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.96 mg/L y pH promedio de 7.7 al noroeste de La Redonda (Fig. 79 y 80 B).

En secas 2013, no se recolectó gasterópodos.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.004746 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 79 C). La biomasa osciló entre 0.0000067 g/100 L a los 0.000018 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sureste de Mandinga (Fig. 80 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 157.5 cm, transparencia promedio de 71 cm, temperatura del agua promedio de 29.43 °C, salinidad promedio de 22.16 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.78 mg/L y pH promedio de 8.18.

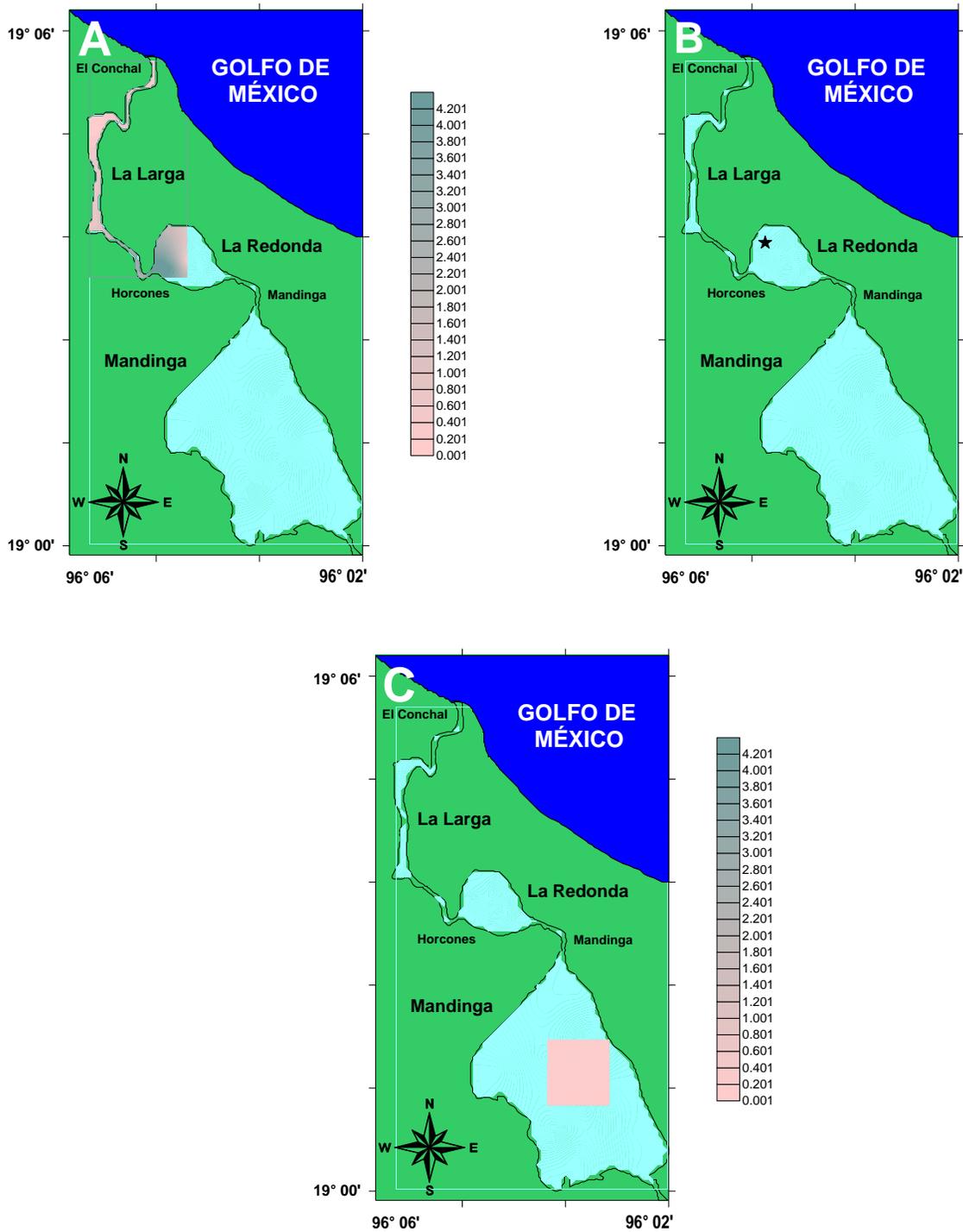


Fig. 79. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Gastropoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).

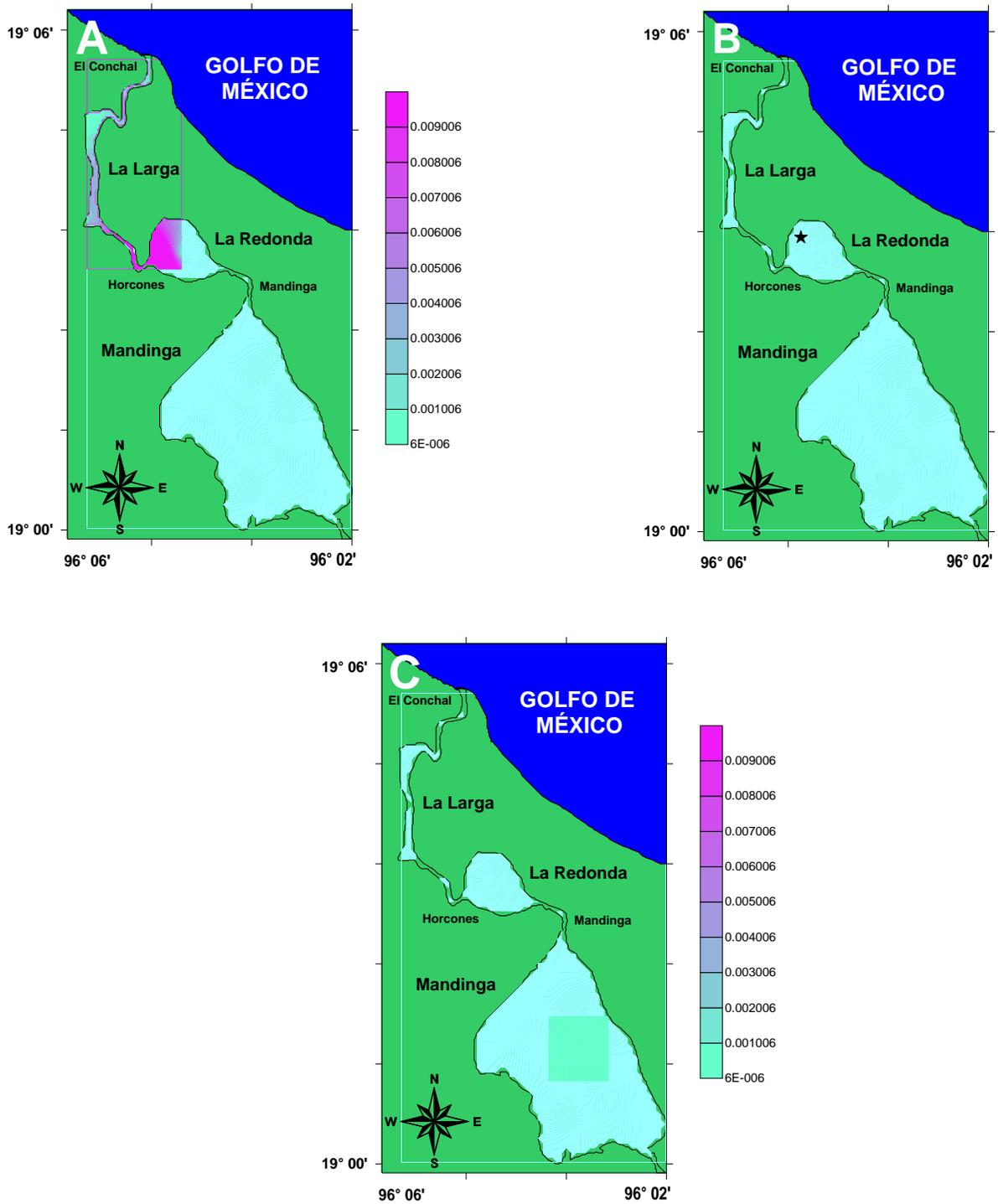


Fig. 80. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Gastropoda en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).



Nematoda. Durante secas 2011, se recolectó en dos estaciones con una densidad entre 0.028220 ind/100 L a los 0.115681 ind/100 L y biomasa entre 0.000056 g/100 L a los 0.000231 g/100 L, ubicándose al centro de Mandinga y norte de La Larga (Fig. 81 y 82 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 220 cm, transparencia promedio de 93.50 cm, temperatura del agua promedio de 27.43 °C, salinidad promedio de 29.90 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.66 mg/L y pH promedio de 7.95.

En secas 2012 y secas 2013, no se recolectaron nemátodos.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.014238 ind/100 L a los 0.018674 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de Mandinga (Fig. 81 B). La biomasa osciló entre 0.000028 g/100 L a los 0.000037 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de Mandinga (Fig. 82 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 186.66 cm, transparencia promedio de 52.66 cm, temperatura del agua promedio de 30.07 °C, salinidad promedio de 22.51 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.43 mg/L y pH promedio de 8.11.

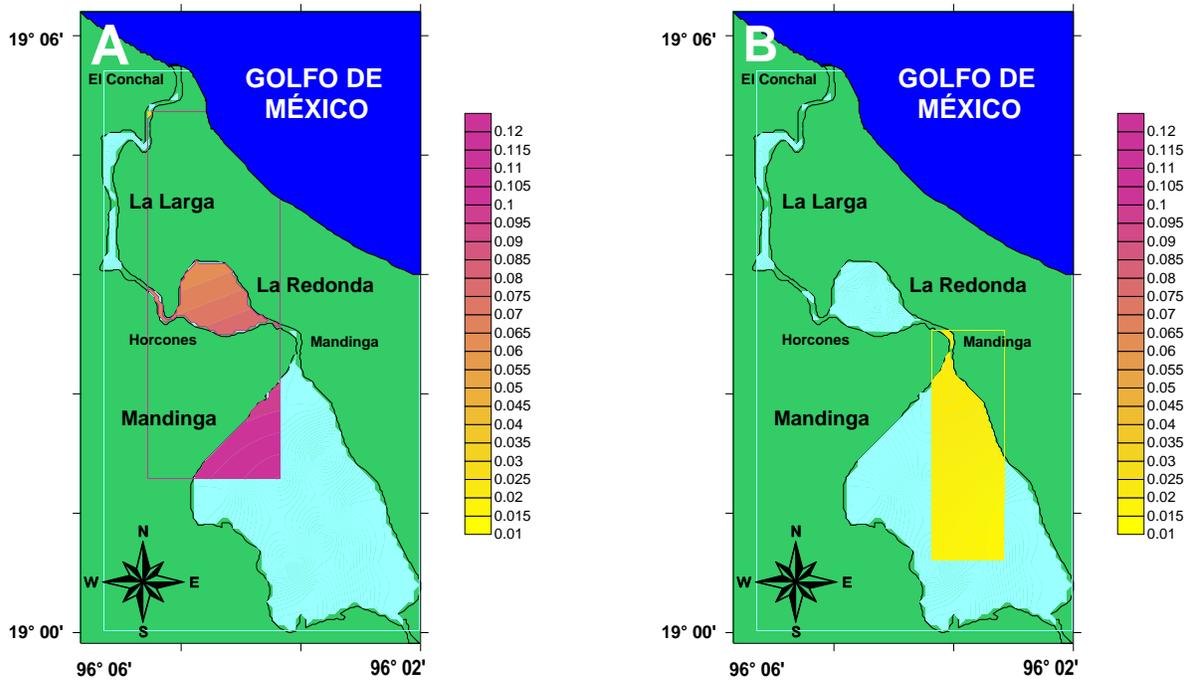


Fig. 81. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Nematoda en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).

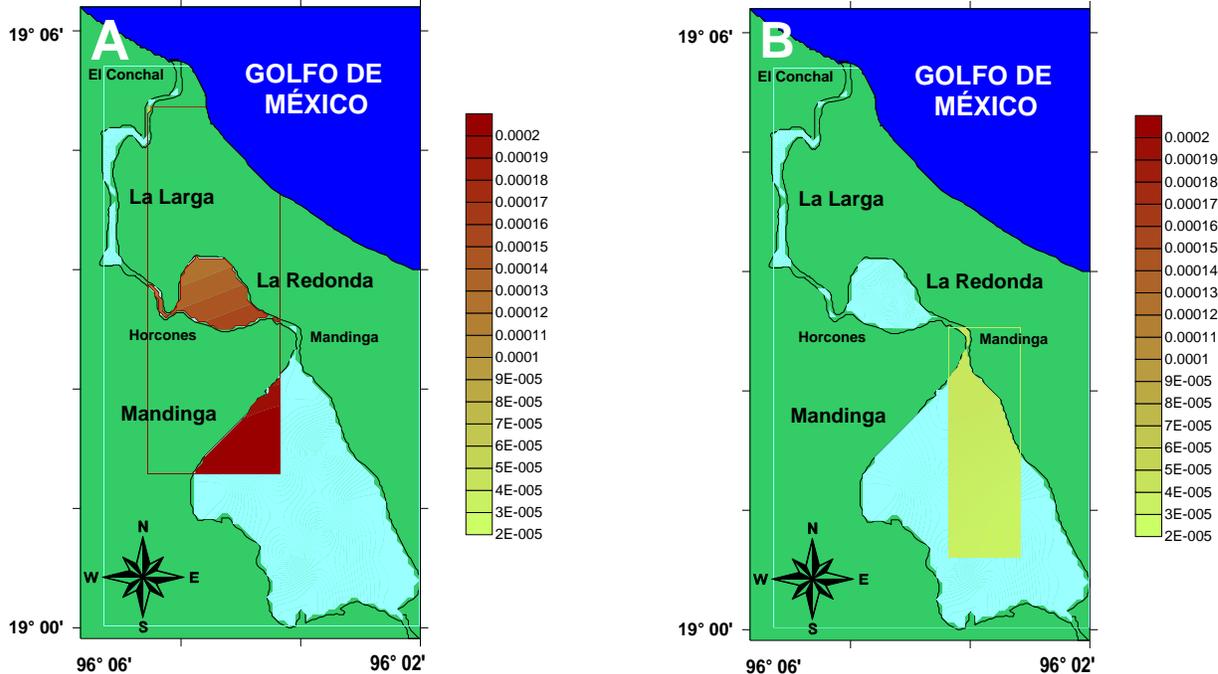
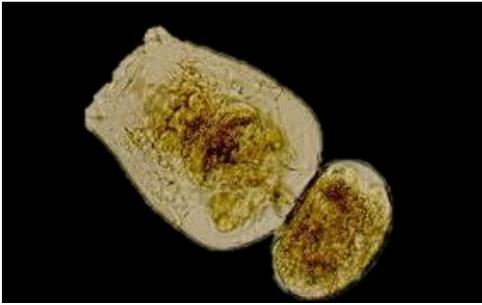


Fig. 82. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Nematoda en temporadas de secas 2011 (A) y 2015 (B).



Rotífera. Durante secas 2011, se recolectó en una estación con densidad y biomasa de 0.018744 ind/100 L y 0.0000018 g/100 L con una profundidad promedio de 90 cm, transparencia promedio de 84 cm, temperatura del agua promedio de 28.60 °C, salinidad promedio de 28.15 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.28 mg/L y pH promedio

de 7.90 al noreste de La Redonda (Fig. 83 y 84 A).

En secas 2012, se recolectó una densidad entre 0.084882 ind/100 L a los 0.169765 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al sur de Mandinga (Fig. 83 B). La biomasa osciló entre 0.0000084 g/100 L a los 0.000016 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al sur de Mandinga (Fig. 84 B).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 114 cm, transparencia promedio de 82.8 cm, temperatura del agua promedio de 29 °C, salinidad promedio 28.27 ups, oxígeno disuelto promedio de 9.71 mg/L y pH promedio de 8.01.

En secas 2013, no se recolectaron rotíferos.

En secas 2015, se recolectó en una estación con densidad y biomasa de 0.006790 ind/100 L y 0.00000067 g/100 L con una profundidad promedio de 340 cm, transparencia promedio de 58 cm, temperatura del agua promedio de 29.82 °C, salinidad promedio de 22 ups, oxígeno disuelto promedio de 5.35 mg/L y pH promedio de 7.95 al suroeste de Mandinga (Fig. 83 y 84 C).

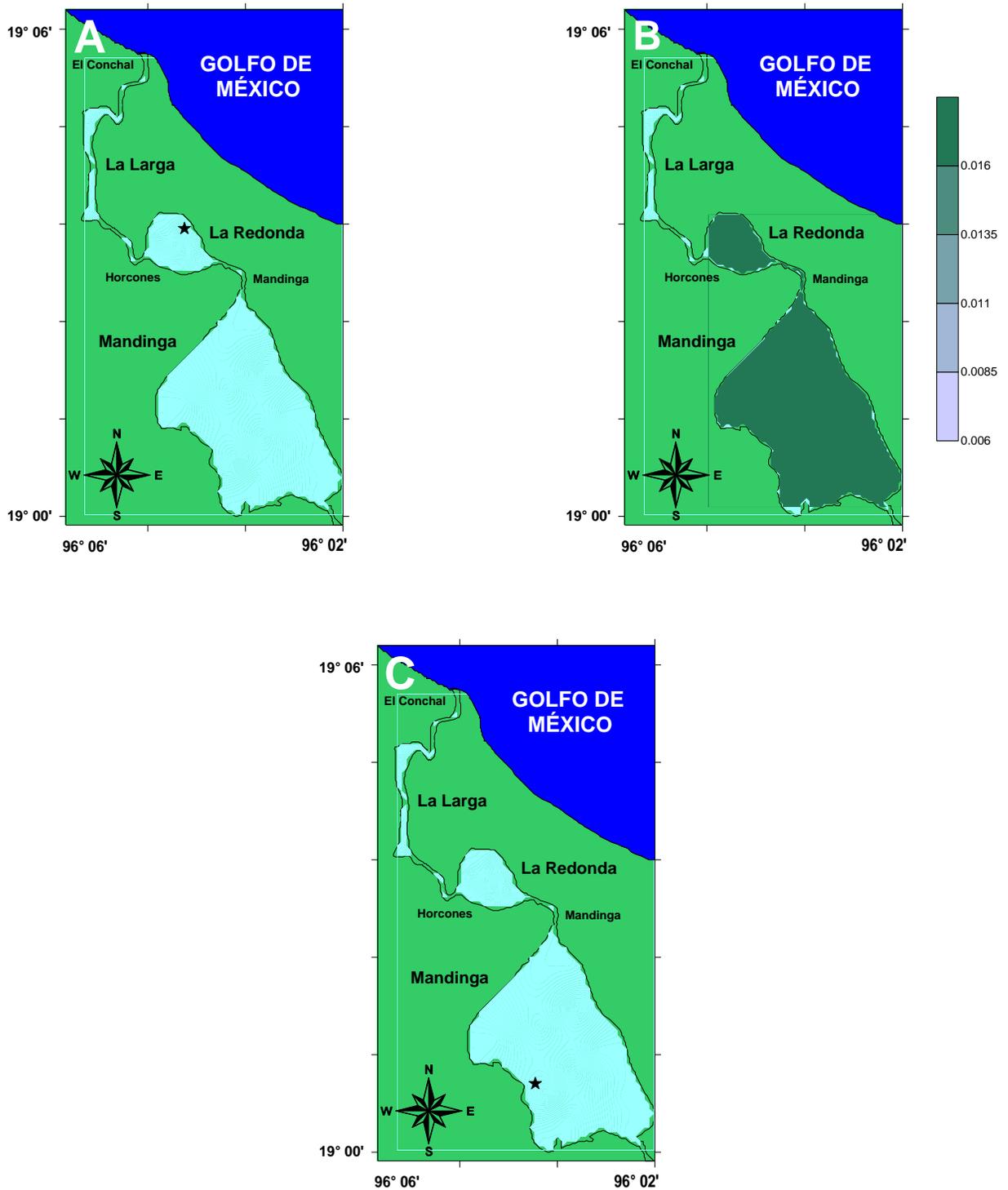


Fig. 83. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Rotifera en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).

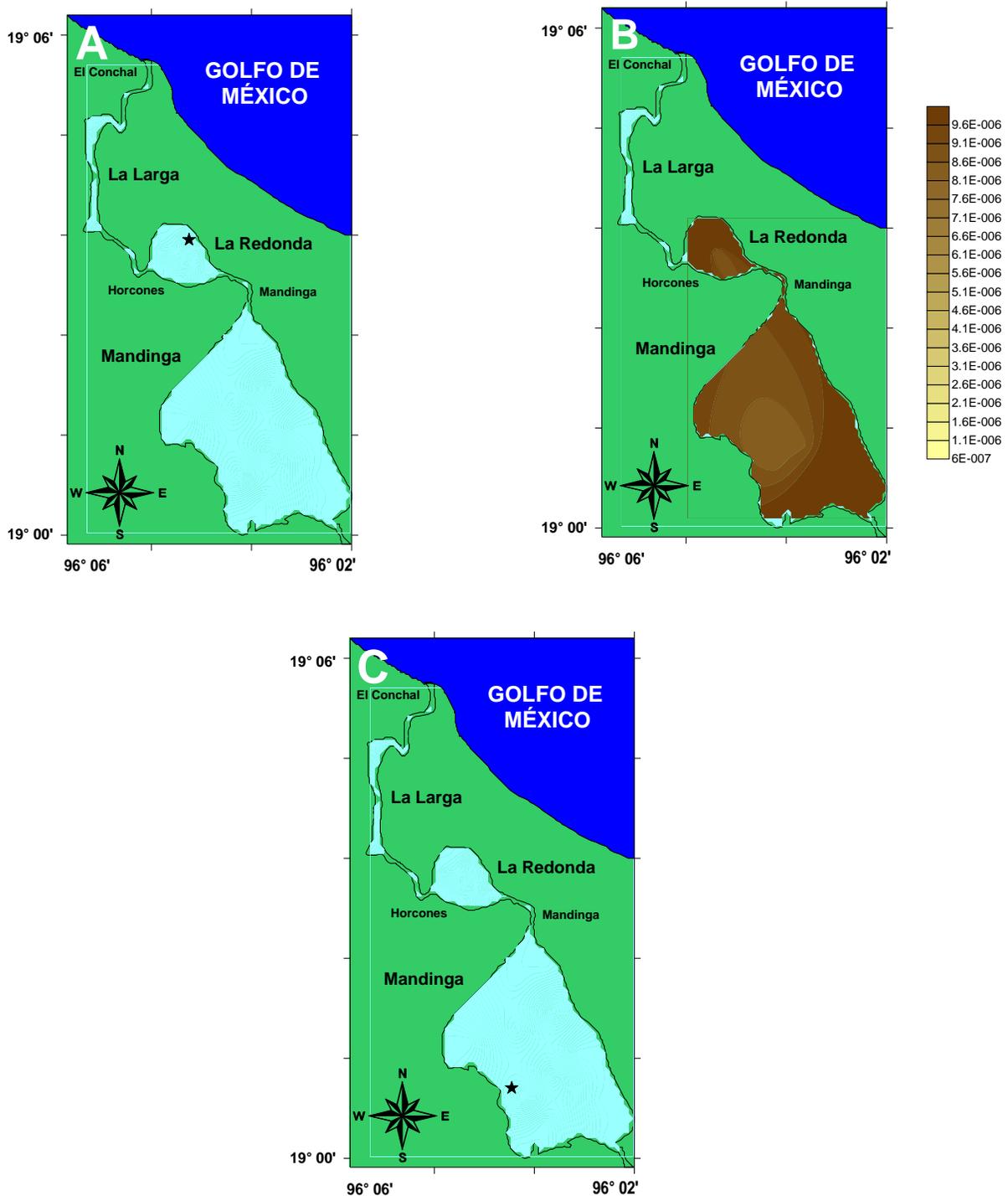


Fig. 84. Cambios de la biomasa (g/100 L) de Rotifera en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).



Foraminifera. Durante secas 2011, se recolectó una densidad entre 0.014110 ind/100 L a los 1.355056 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al norte de La Larga (Fig. 85 A). La biomasa osciló entre 0.0000094 g/100 L a los 0.000090 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al norte de La Larga (Fig. 86 A).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 140 cm, transparencia promedio de 73.86 cm, temperatura del agua promedio de 28.00 °C, salinidad promedio de 29.02 ups, oxígeno disuelto promedio de 7.88 mg/L y pH promedio de 7.93.

En secas 2012, se recolectó en una estación con densidad y biomasa de 0.084882 ind/100 L y 0.0000056 g/100 L con una profundidad promedio de 90 cm, transparencia promedio de 54 cm, temperatura del agua promedio de 28.95 °C, salinidad promedio de 27.2 ups, oxígeno disuelto promedio de 10.27 mg/L y pH promedio de 8.15 al sureste de Mandinga (Fig. 85 y 86 B).

En secas 2013, no se recolectaron foraminíferos.

En secas 2015, se recolectó una densidad entre 0.001697 ind/100 L a los 0.040743 ind/100 L, las áreas de mayor densidad se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 85 C). La biomasa osciló entre 0.00000011 g/100 L a los 0.0000027 g/100 L, las áreas de mayor biomasa se registraron al noreste de Mandinga (Fig. 86 C).

En las zonas donde se recolectaron los organismos se registró una profundidad promedio de 170 cm, transparencia promedio de 63.64 cm, temperatura del agua promedio de 29.55 °C, salinidad promedio de 22.15 ups, oxígeno disuelto promedio de 6.57 mg/L y pH promedio de 8.15.

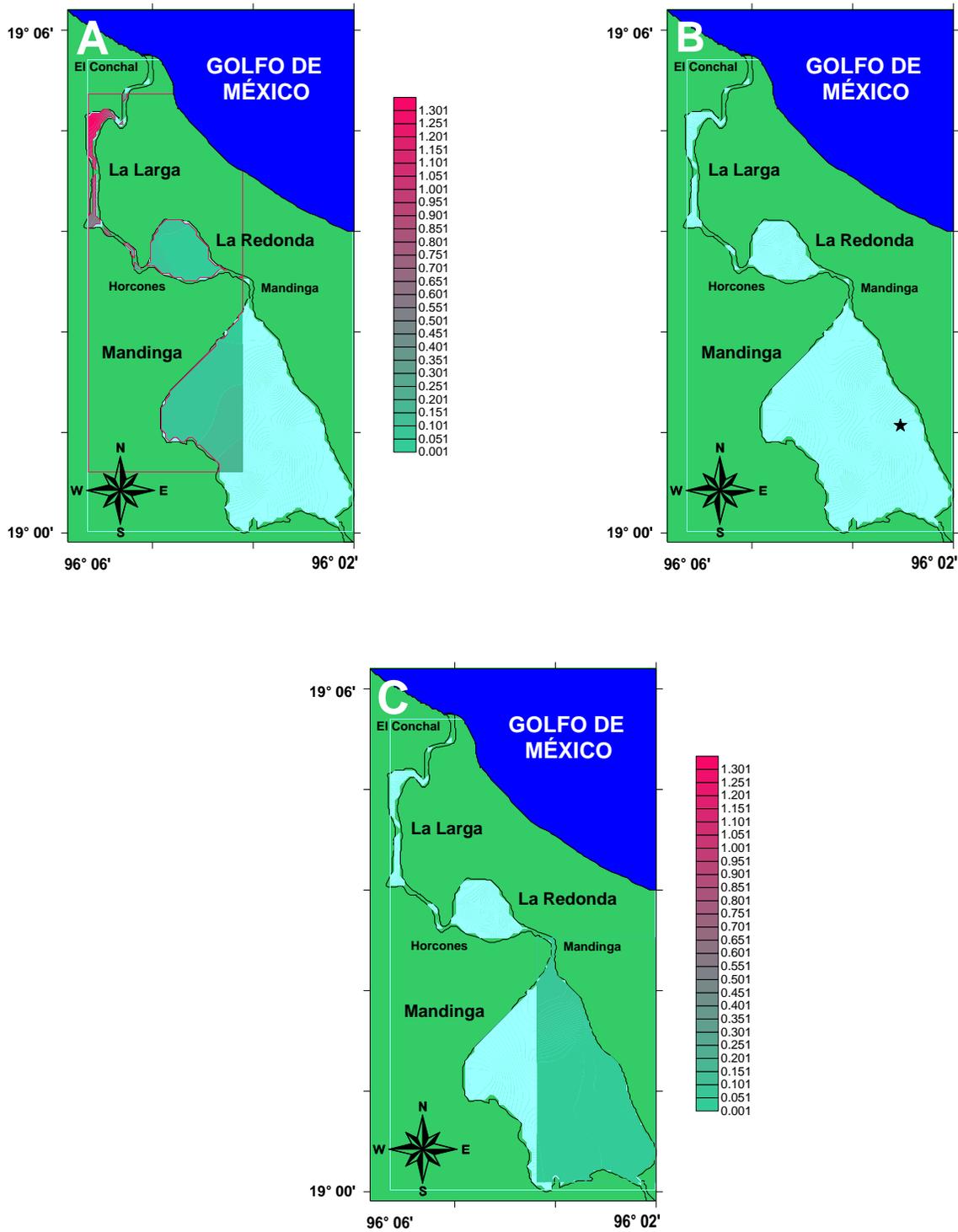
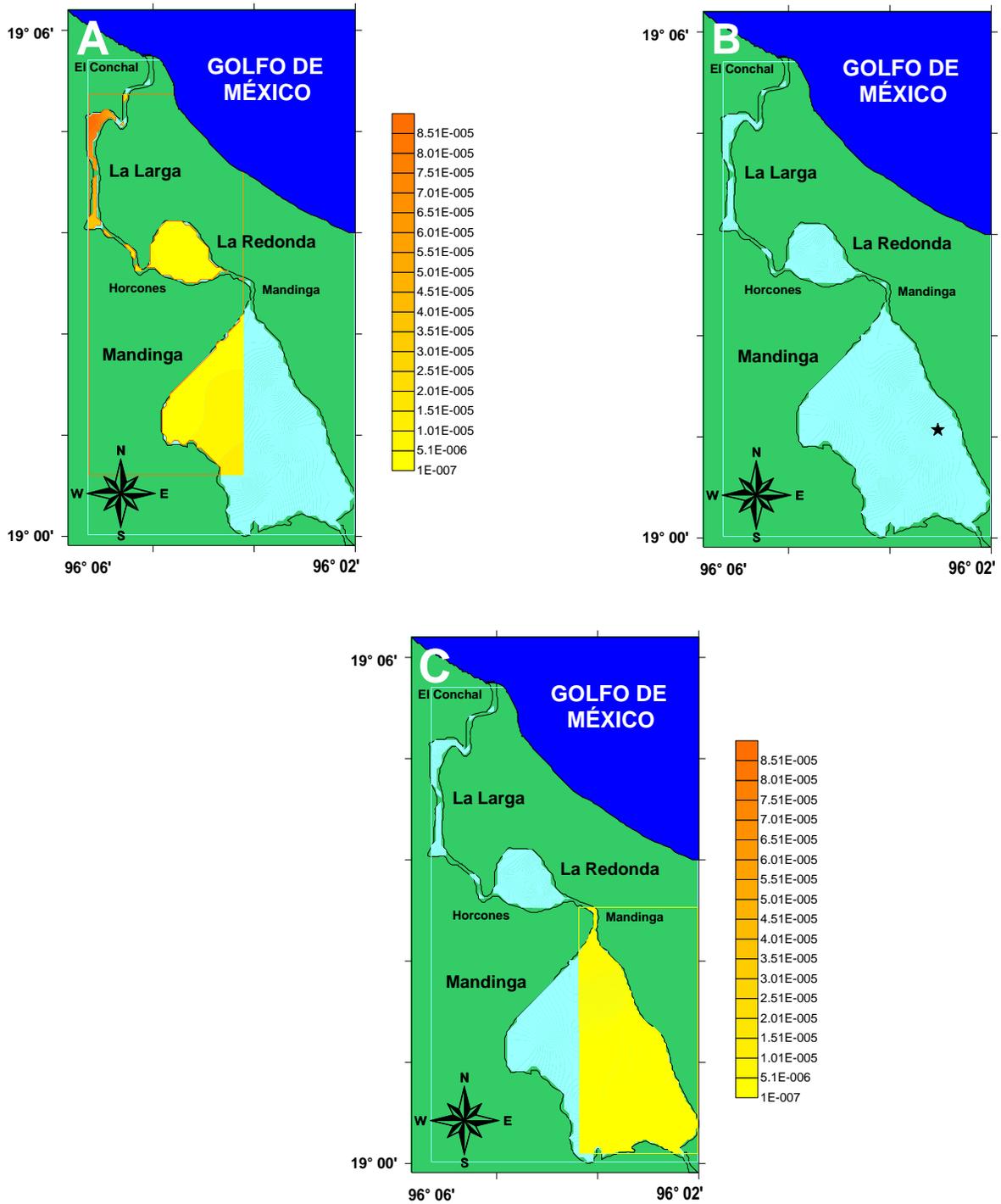


Fig. 85. Cambios de la densidad (ind/100 L) de Foraminifera en temporadas de secas 2011 (A), 2012 (B) y 2015 (C).



Densidad Relativa (RDi)

En secas 2011, los organismos con menor densidad fueron los cladóceros (3.63%), copépodos ciclopoideos (3.03%), larvas mysis (1.89%), huevos de pez (1.89%), quetognatos (1.76%), larvas zoea (1.73%), cnidarios (0.65%), gastrópodos (0.48%), poliquetos (0.37%), ostrácodos (0.23%), larvas de pez (0.19%), foraminíferos (0.12%), mísidos (0.11%), anfípodos (0.09%), ctenóforos (0.07%), copépodos harpacticoideos (0.06%), tanaidáceos (0.03%), bivalvos, apendicularios (0.02%), larvas trocófora (0.01%), nematodos (0.008%), larvas megalopa (0.002%), sergéstidos (0.001%), rotíferos (0.001%), huevos de crustáceo (0.0009%) e isópodos (0.0008%), mientras que los organismos con mayor densidad fueron las larvas nauplio (37.18%), copépodos calanoides (27.99%) y larvas nauplio de cirripedio (13.13%) (Fig. 87).

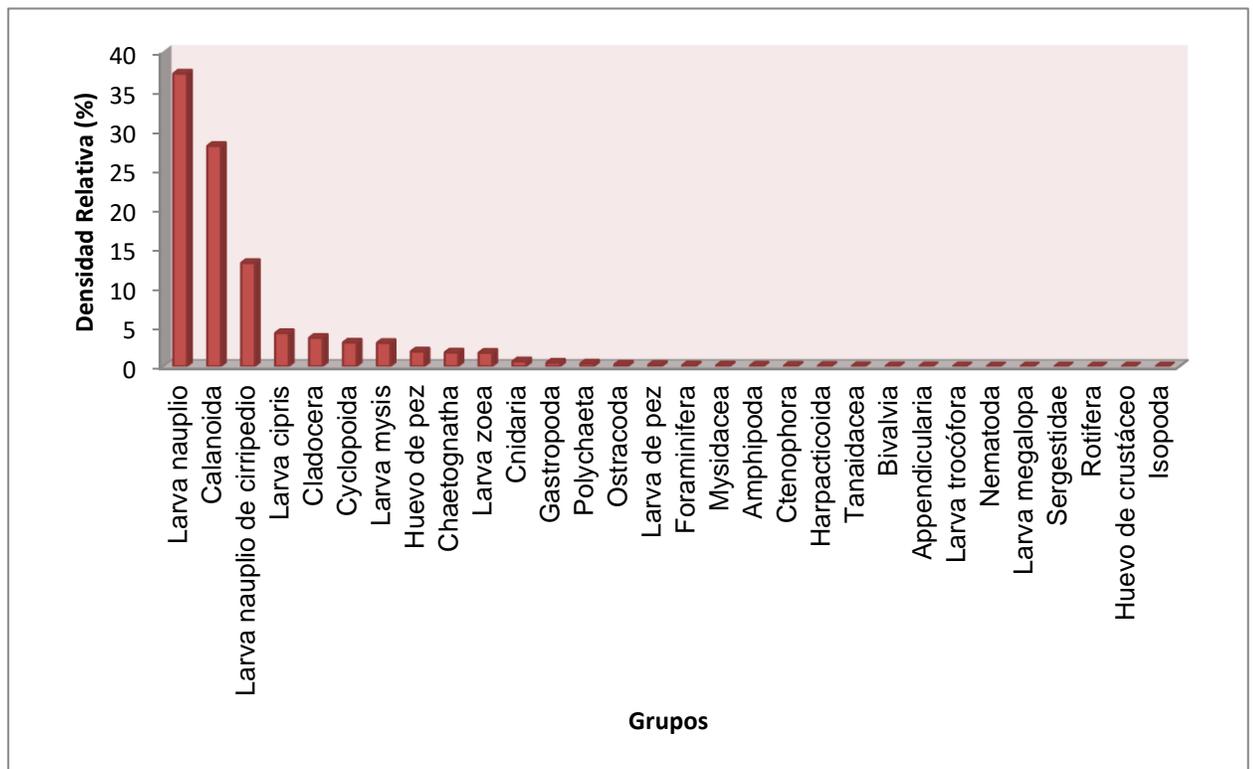


Fig. 87. Densidad Relativa (%) en secas 2011.

En secas 2012, los organismos con menor densidad fueron los copépodos ciclopoideos (9.83%), quetognatos (6.71%), larvas cipris (2.57%), nauplio (2.25%), cnidarios (2.15%), larvas zoea (1.98%), nauplio de cirripedio (1.31%), copépodos harpacticoideos (0.79%), cladóceros (0.59%), poliquetos (0.57%), ostrácodos (0.50%), huevos de crustáceo (0.42%) huevos de pez (0.35%), rotíferos (0.32%), larvas megalopa (0.23%), anfípodos (0.18%), larvas trocófora (0.16%), foraminíferos (0.05%), ctenóforos (0.05%), gastrópodos (0.05%), isópodos (0.05%) y tanaidáceos (0.04%), mientras que los organismos con mayor densidad fueron los copépodos calanoides (54.68%) (Fig. 88).

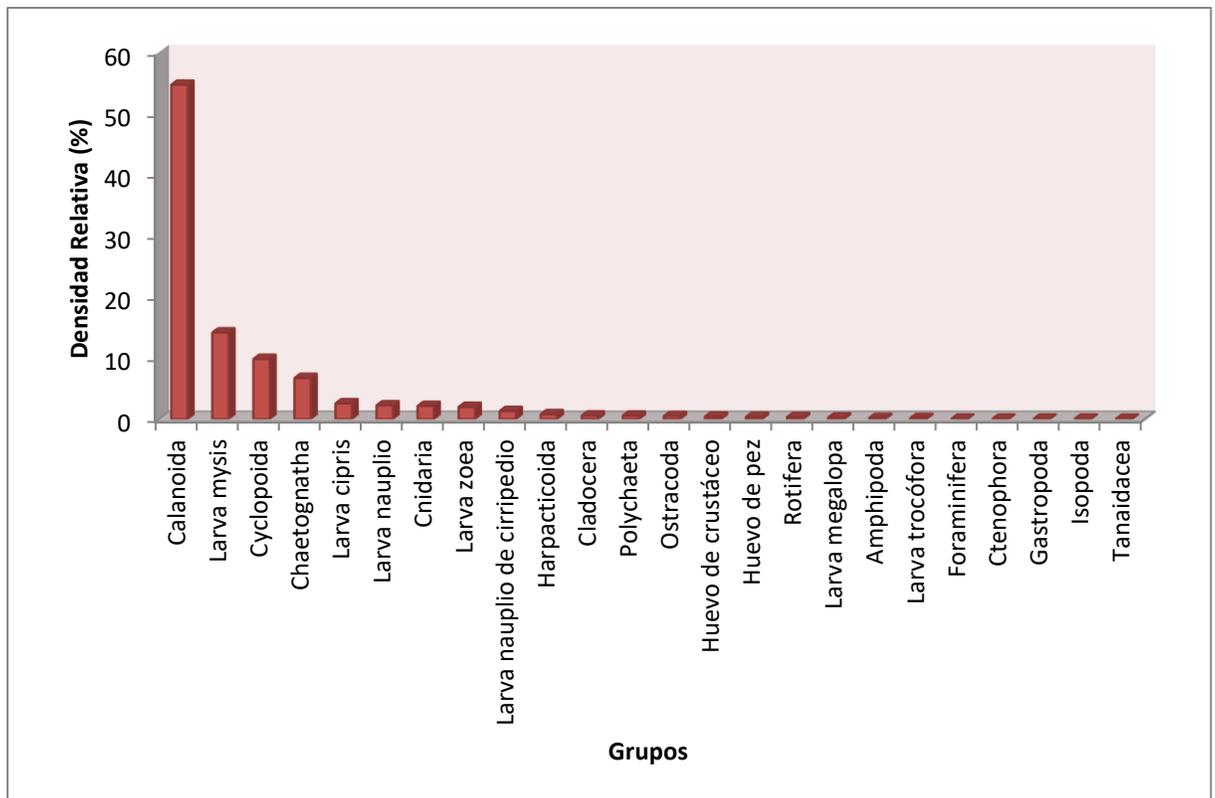


Fig. 88. Densidad Relativa (%) en secas 2012.

En secas 2013, los organismos con menor densidad fueron los copépodos ciclopoideos (5.27%) larvas zoea (3.61%), quetognatos (3.42%), copépodos harpacticoideos (2.75%), cnidarios (1.20%), larvas cipris (1.15%), mysis (1.03%), ctenóforos (1.02%), isópodos (1.01%), huevos de pez (0.99%), poliquetos (0.90%), ostrácodos (0.75%), cladóceros (0.75%), tanaidáceos (0.69%), huevos de crustáceo (0.56%), larvas nauplio de cirripedio (0.53%), anfípodos (0.31%), larvas de pez (0.25%) y bivalvos (0.06%), mientras que los organismos con mayor densidad fueron los copépodos calanoides (73.76%) (Fig. 89).

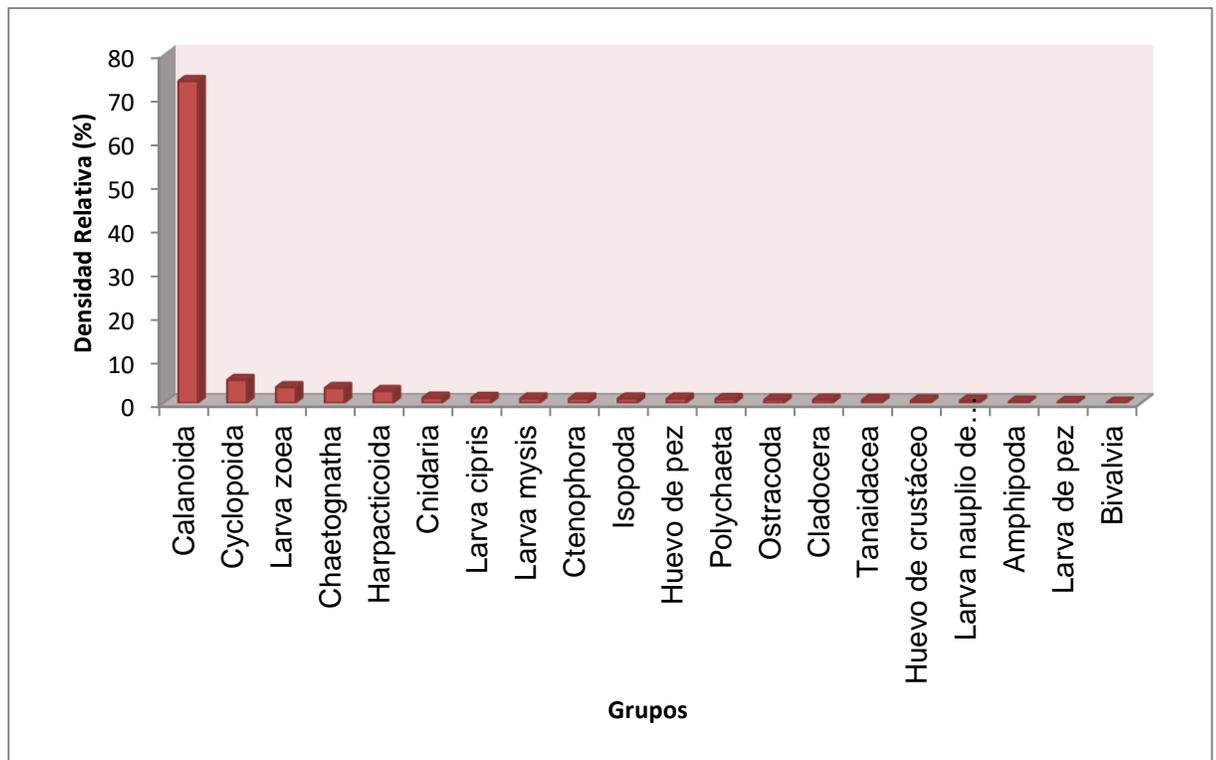


Fig. 89. Densidad Relativa (%) en secas 2013.

En secas 2015, los organismos con menor densidad fueron los ciclopoideos (7.53%), larvas nauplio de cirripedio (4.78%), cipris (4.32%), quetognatos (4.06%), copépodos harpacticoideos (1.27%), larvas mysis (1.10%), zoea (1.10%), cnidarios (0.35%), cladóceros (0.14%), poliquetos (0.13%), huevos de pez (0.13%), ostrácodos (0.11%), apendicularios (0.06%), larvas megalopa (0.05%), trocófora (0.05%), foraminíferos (0.05%), larvas de pez (0.04%), nemátodos (0.04%), bivalvos (0.03%), ctenóforos (0.03%), anfípodos (0.03%), gastrópodos (0.01%), rotíferos (0.006%), tanaidáceos (0.006%), sergéstidos (0.004%), isópodos (0.002%) y mísidos (0.002%), mientras que los organismos con mayor densidad fueron los copépodos calanoides (74.64%) (Fig. 90).

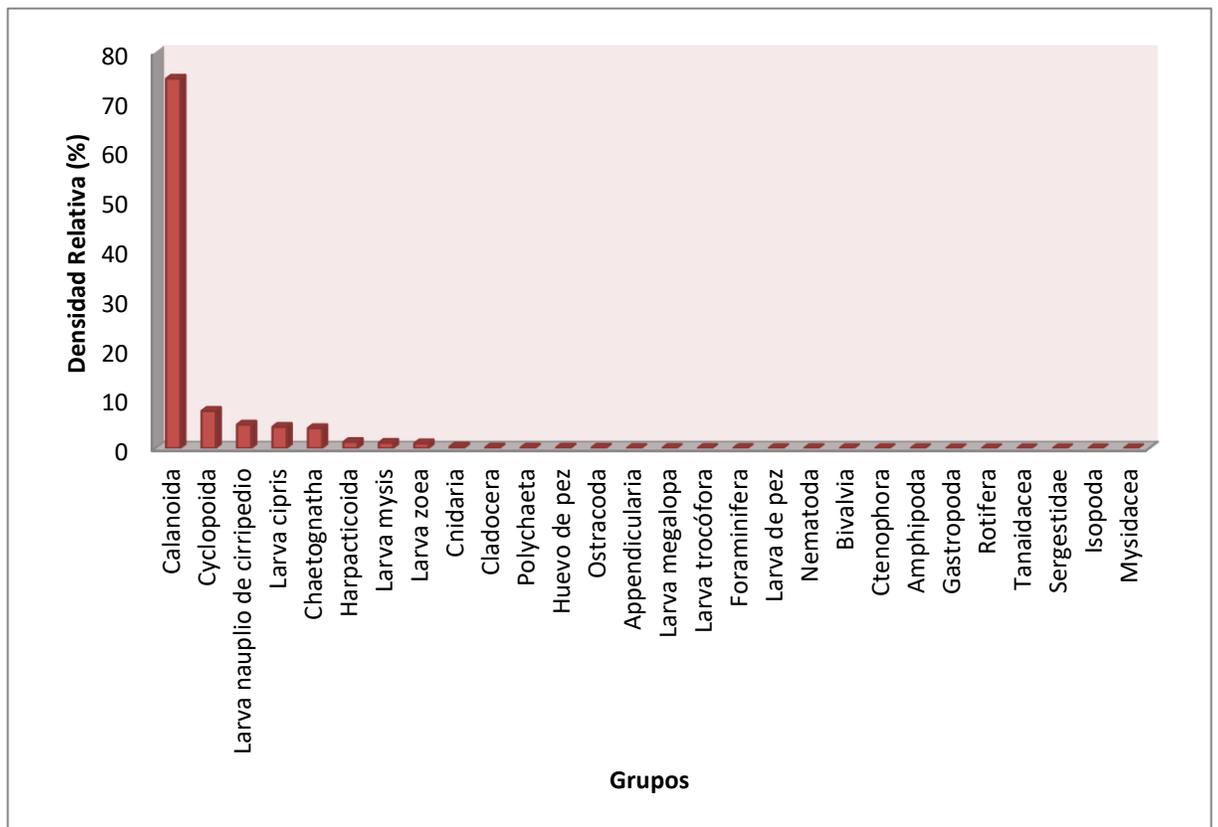


Fig. 90. Densidad Relativa (%) en secas 2015.

Frecuencia Relativa (Rfi)

En secas 2011, los organismos menos frecuentes fueron los foraminíferos, gastrópodos (2.41%), copépodos harpacticoideos (2.41%), anfípodos (2.06%), larvas trocófora (1.37%), sergéstidos (1.37%), bivalvos (1.03%), tanaidáceos (1.03%), nematodos (0.69%), mísidos (0.69%), rotíferos (0.34%), huevos de crustáceo (0.34%), isópodos (0.34%), larvas megalopa (0.34%) y apendicularios (0.34%), mientras que los organismos más frecuentes fueron las larvas zoea (6.87%), copépodos calanoides (6.87%), cnidarios (6.53%), larvas mysis (6.53%), copépodos ciclopoideos (6.53%), quetognatos (6.53%), huevos de pez (6.53%), larvas de pez (6.19%), ctenóforos (5.15%), larvas nauplio (5.15%), cipris (5.15%) y cladóceros (4.81%) (Fig. 91).

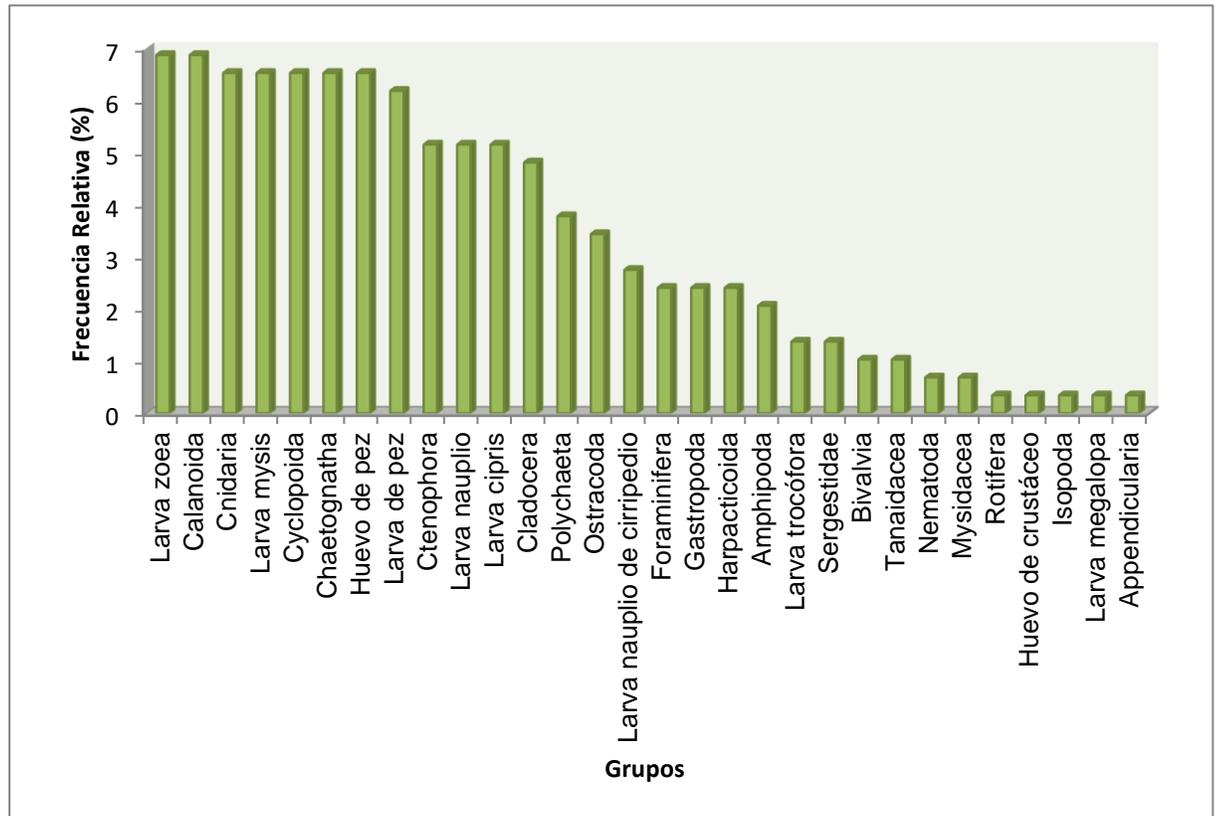


Fig. 91. Frecuencia Relativa (%) en secas 2011.

En secas 2012, los organismos menos frecuentes fueron los poliquetos (3.60%), larvas megalopa (3.60%), larvas trocófora (2.16%), anfípodos (2.16%), ostrácodos (2.16%), huevos de pez (2.16%), huevos de crustáceo (1.44%), foraminíferos (0.72%), ctenóforos (0.72%), gastrópodos (0.72%), tanaidáceos (0.72%) e isópodos (0.72%), mientras los organismos más frecuentes fueron los copépodos calanoides (10.07%), ciclopoides (10.07%), larvas cipris (8.63%), larvas mysis, quetognatos (7.91%) y larvas nauplio de cirripedio (7.19%) (Fig. 92).

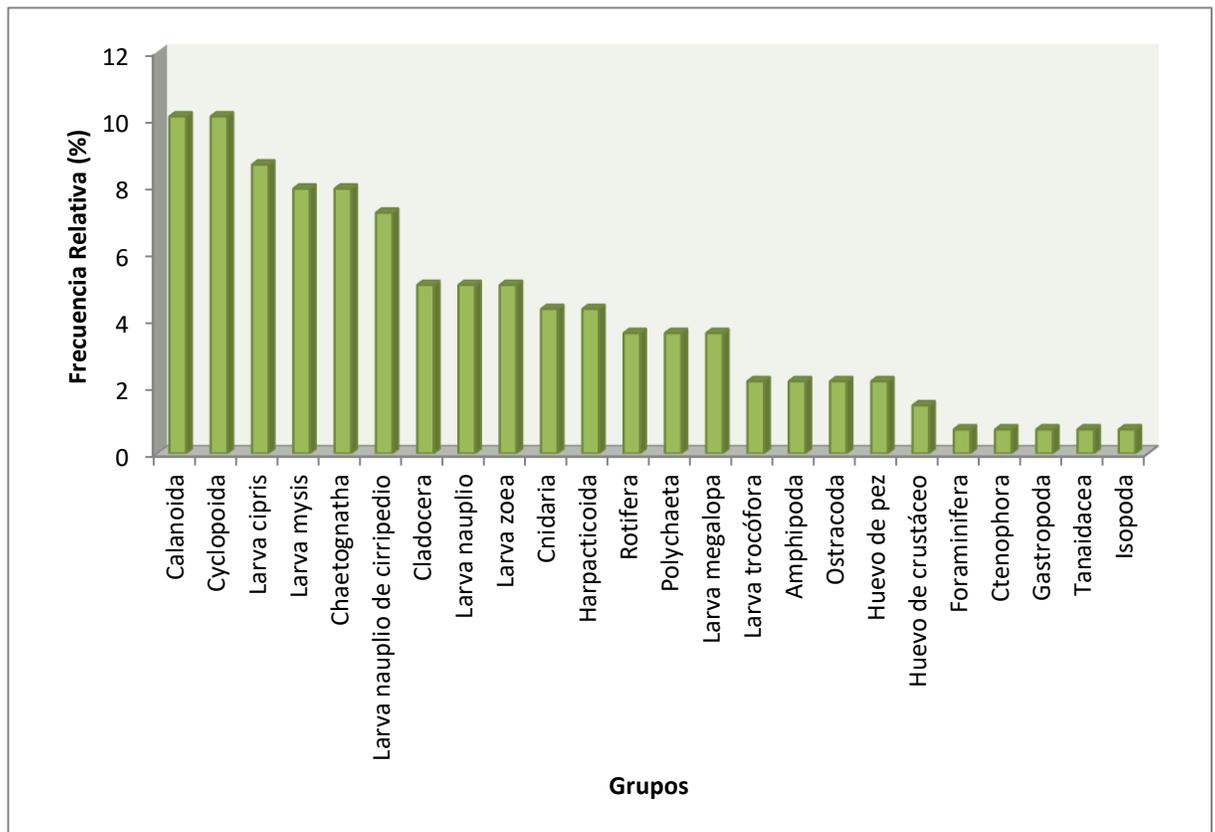


Fig. 92. Frecuencia Relativa (%) en secas 2012.

En secas 2013, los organismos menos frecuentes fueron los cnidarios (4.71%), cladóceros (4.71%), tanaidáceos (4.71%), isópodos (4.71%), larvas mysis (4.71%), nauplio (4.71%), anfípodos (3.53%), copépodos harpacticoideos (3.53%), huevos (3.53%) y larvas de pez (3.53%), huevos de crustáceo (2.35%), ostrácodos (2.35%), ctenóforos (1.18%) y bivalvos (1.18%), mientras que los organismos más frecuentes fueron los copépodos calanoides (12.94%) y ciclopoides (10.59%), larvas cipris (8.24%) y poliquetos (7.06%) (Fig. 93).

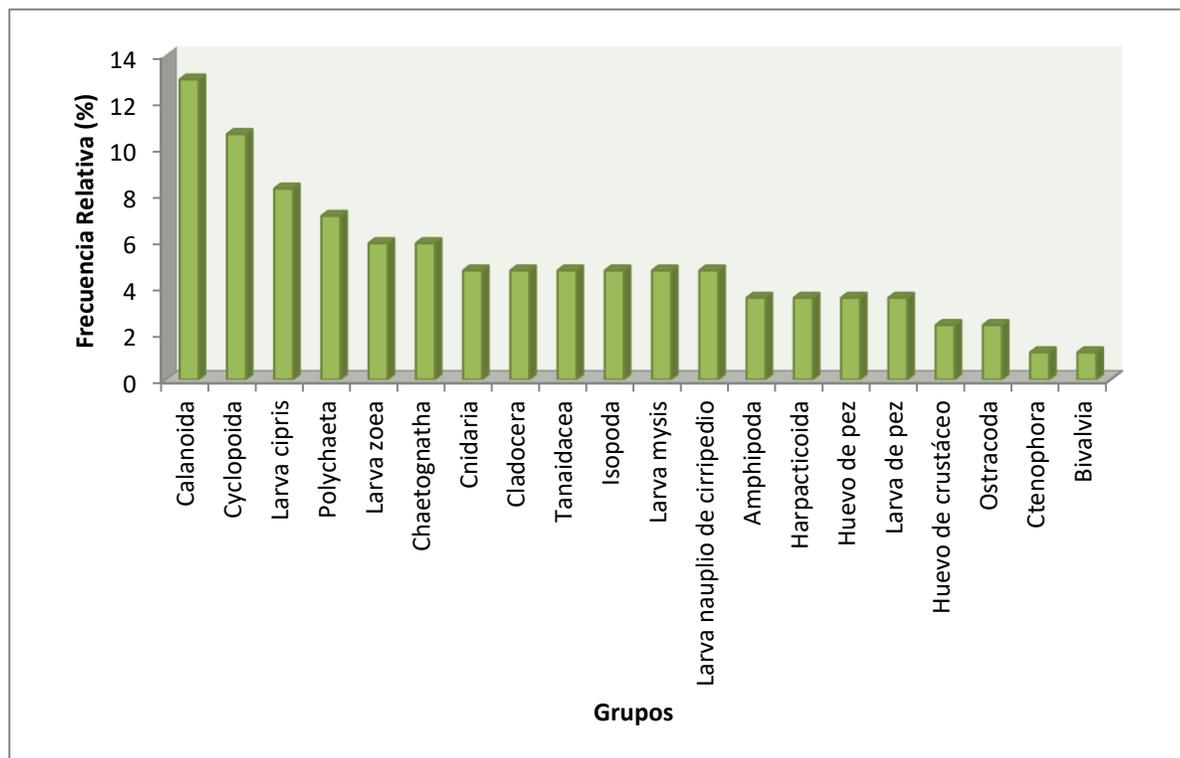


Fig. 93. Frecuencia Relativa (%) en secas 2013.

En secas 2015, los organismos menos frecuentes fueron los nematodos (1.99%), larvas megalopa (1.99%), sergéstidos (1.99%), apendicularios (1.99%), bivalvos (1.32%), tanaidáceos (1.32%), anfípodos (1.32%), larvas de pez (1.32%), rotíferos (0.66%), isópodos (0.66%) y mísidos (0.66%), mientras que los organismos más frecuentes fueron los cnidarios (5.96%), larvas zoea (5.96%), mysis (5.96%), copépodos calanoides (5.96%), ciclopoideos (5.96%), harpacticoideos (5.96%), larvas nauplios de cirripedio (5.96%), larvas cipris (5.96%), chaetognaths (5.96%), polychaeta (5.30%), foraminiferos (4.64%) y cladóceros (4.64%) (Fig. 94).

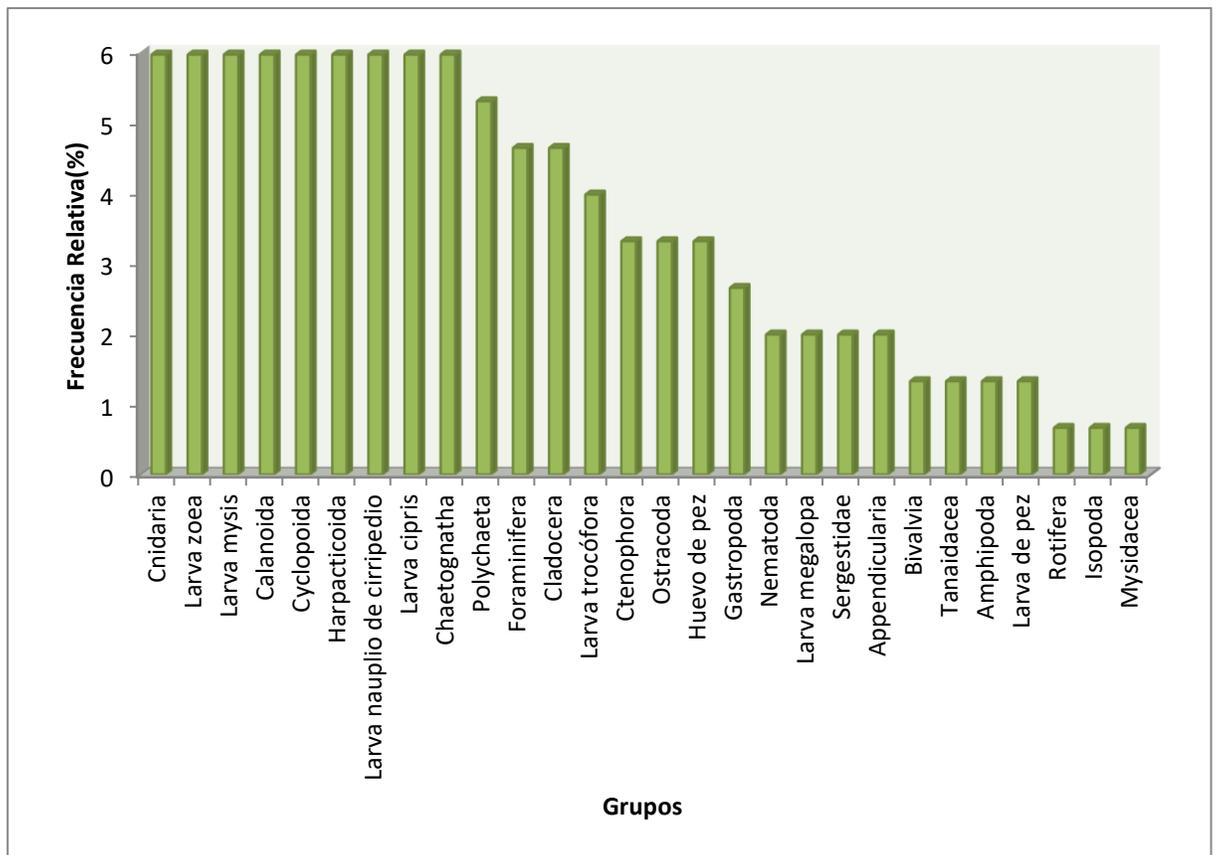


Fig. 94. Frecuencia Relativa (%) en secas 2015.

Dominancia Relativa (Rci)

En secas 2011, los organismos menos dominantes fueron los poliquetos (5%), cladóceros (4.63%), quetognatos (4.59%), larvas mysis (3.90%), cipris (3.82%), copépodos ciclopoideos (3.34%), huevos de pez (2.89%), cnidarios (2.20%), larvas zoea (1.67%), anfípodos (1.19%), larvas nauplio (1.06%), tanaidáceos (0.45%), larvas nauplio de cirripedio (0.37%), mísidos (0.33%), bivalvos (0.27%), ostrácodos (0.22%), nemátodos (0.11%), foraminíferos (0.06%), copépodos harpacticoideos (0.06%), larvas megalopa (0.025%), isópodos (0.021%), apendicularios (0.010%), sergéstidos (0.003%), larvas trocófora (0.001%) y huevos de crustáceo (0.000026%), mientras los más dominantes fueron los ctenóforos (22.15%) y copépodos calanoides (20.15%) (Fig. 95).

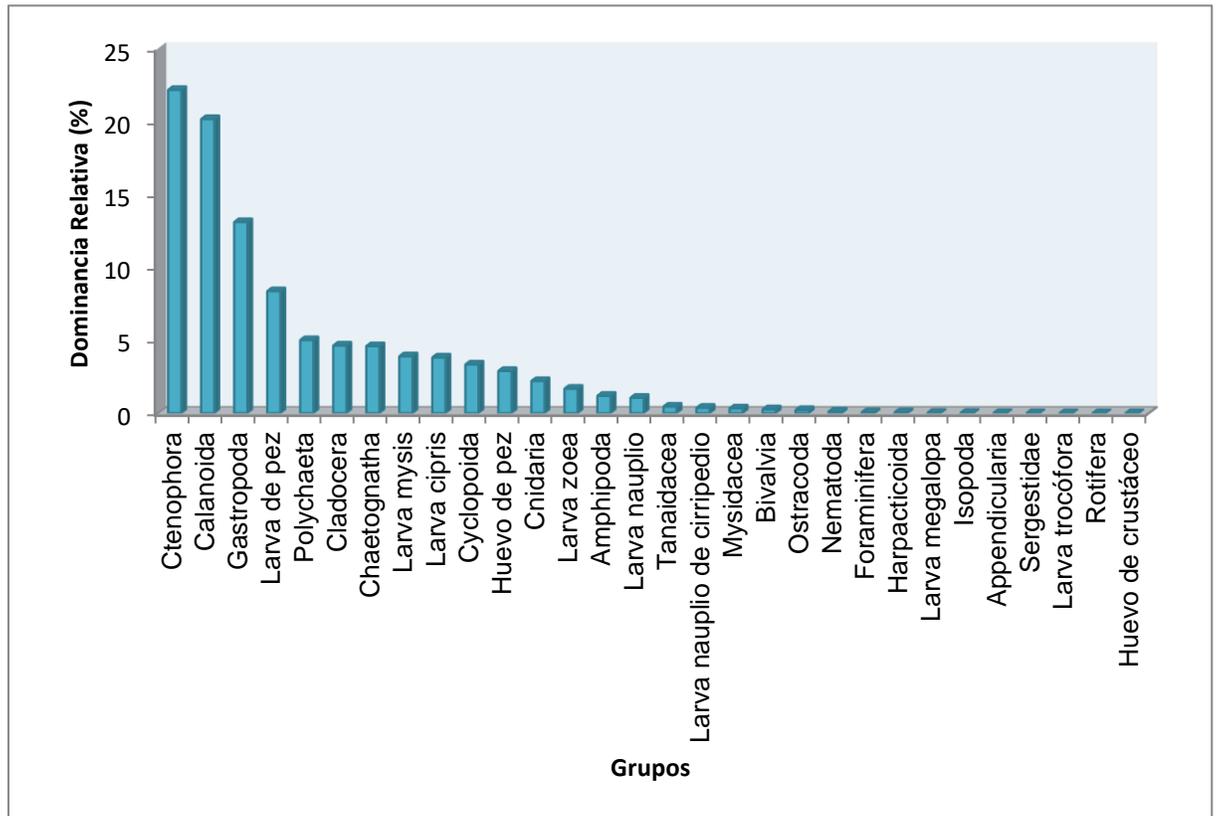


Fig. 95. Dominancia Relativa (%) en secas 2011.

En secas 2012, los organismos menos dominantes fueron los copépodos ciclopoideos (8.19%), poliquetos (5.93%), cnidarios (5.55%), larvas megalopa (2.40%), anfípodos (1.89%), larvas cipris (1.75%), zoea (1.45%), gastrópodos, isópodos (1.01%), cladóceros (0.57%), copépodos harpacticoideos (0.55%), huevos de pez (0.38%), ostrácodos (0.36%), rotíferos (0.16%), larvas nauplio (0.05%) y nauplio de cirripedio (0.03%), foraminíferos (0.02%), larvas trocófora (0.01%) y huevos de crustáceo (0.00085%), mientras los más dominantes fueron los copépodos calanoides (29.74%) (Fig. 96).

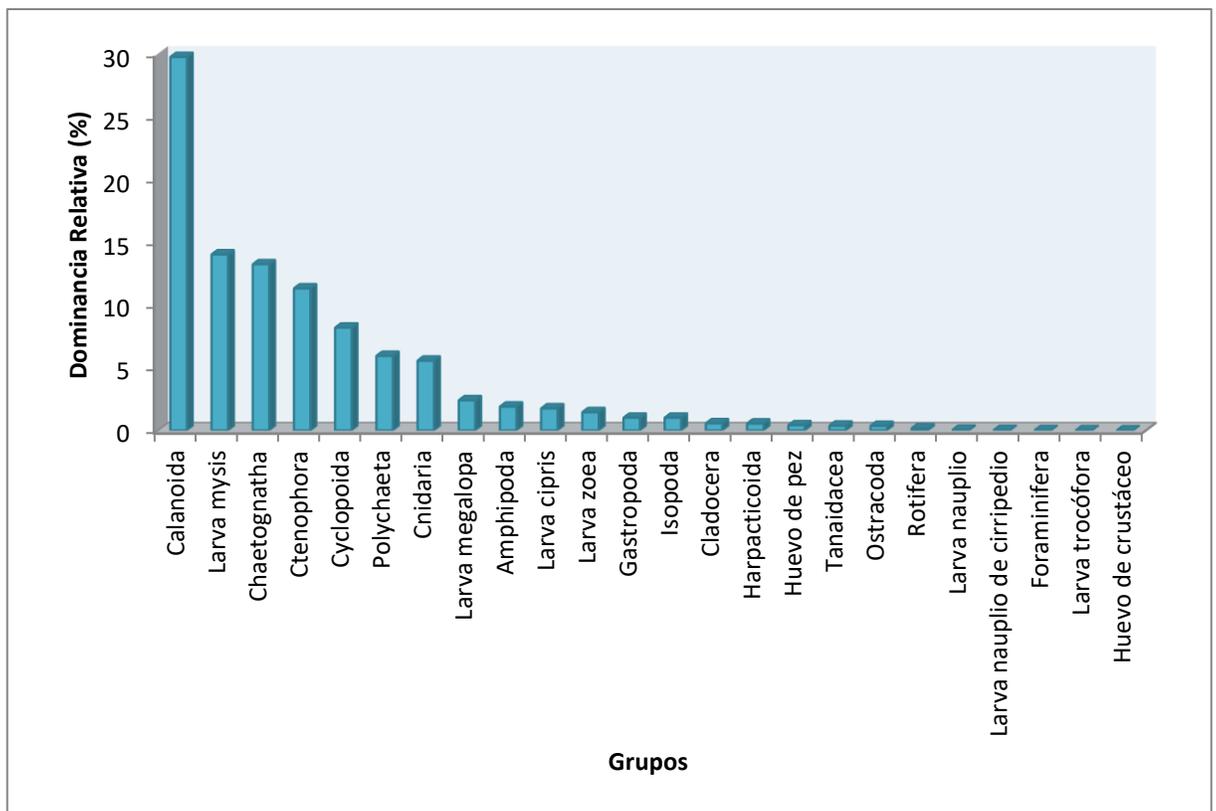


Fig. 96. Dominancia Relativa (%) en secas 2012.

En secas 2013, los organismos menos dominantes fueron los copépodos calanoides (11.55%), isópodos (6.01%), poliquetos (2.69%), larvas de pez (2.40%), tanaidáceos (2.03%), quetognatos (1.94%), anfípodos (0.92%), cnidarios (0.89%), larvas zoea (0.76%), copépodos harpacticoideos (0.54%), huevos de pez (0.33%), larvas mysis (0.29%), cipris (0.22%), cladóceros (0.21%), bivalvos (0.18%), ostrácodos (0.16%), larvas nauplio de cirripedio (0.003%) y huevos de crustáceo (0.0003%), mientras los más dominantes fueron los ctenóforos (67.60%) (Fig. 97).

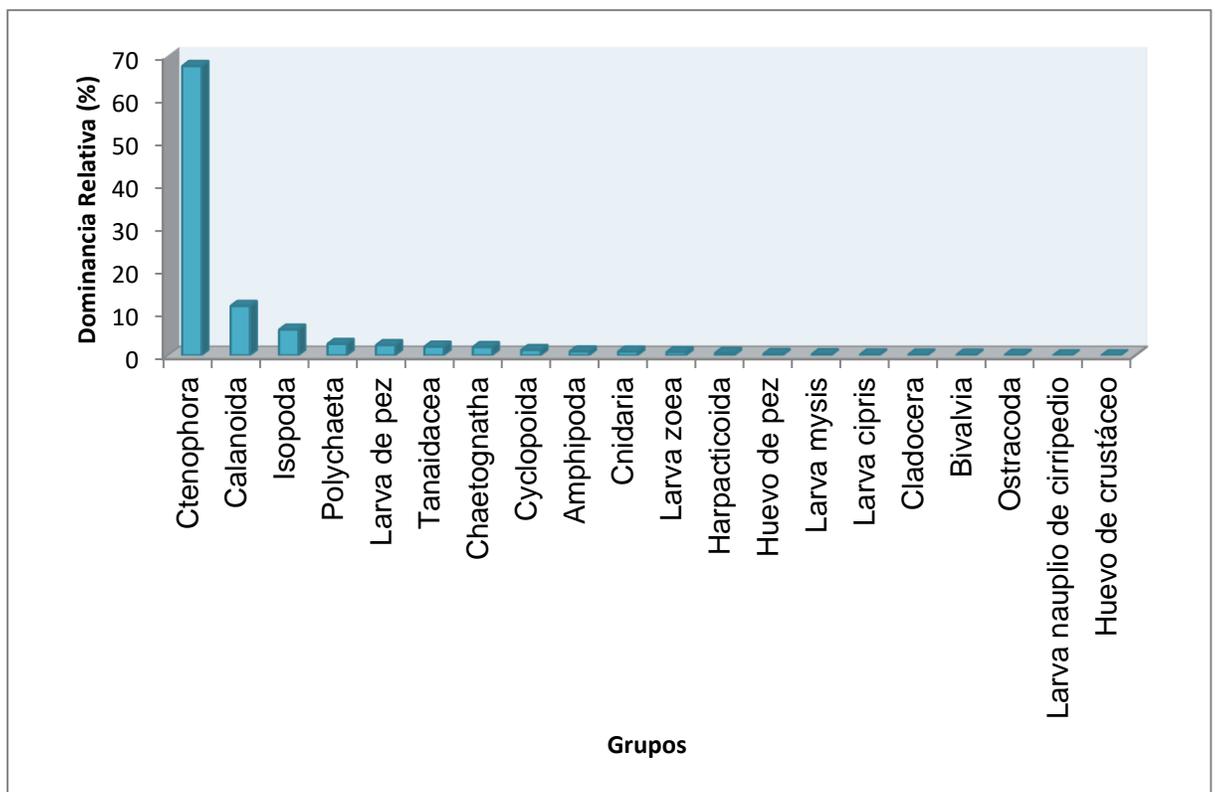


Fig. 97. Dominancia Relativa (%) en secas 2013.

En secas 2015, los organismos menos dominantes fueron los quetognatos (10.88%), ctenóforos (9.34%), copépodos ciclopoideos (8.52%), larvas cipris (4.01%), larvas de pez (1.96%), poliquetos (1.88%), larvas mysis (1.48%), cnidarios (1.23%), copépodos harpacticoideos (1.19%), larvas zoea (0.99%), larvas megalopa (0.74%), nemátodos (0.60%), bivalvos (0.46%), anfípodos (0.40%), gastrópodos (0.32%), huevos de pez (0.21%), cladóceros (0.19%), larvas nauplio de cirripedio (0.14%), ostrácodos (0.11%), tanaidáceos (0.08%), isópodos (0.04%), apendicularios (0.04%), foraminíferos (0.02%), sergéstidos (0.014%), larvas trocófora (0.004%), mísidos (0.004%) y rotíferos (0.004%), mientras los más dominantes fueron los copépodos calanoides (55.14%) (Fig. 98).

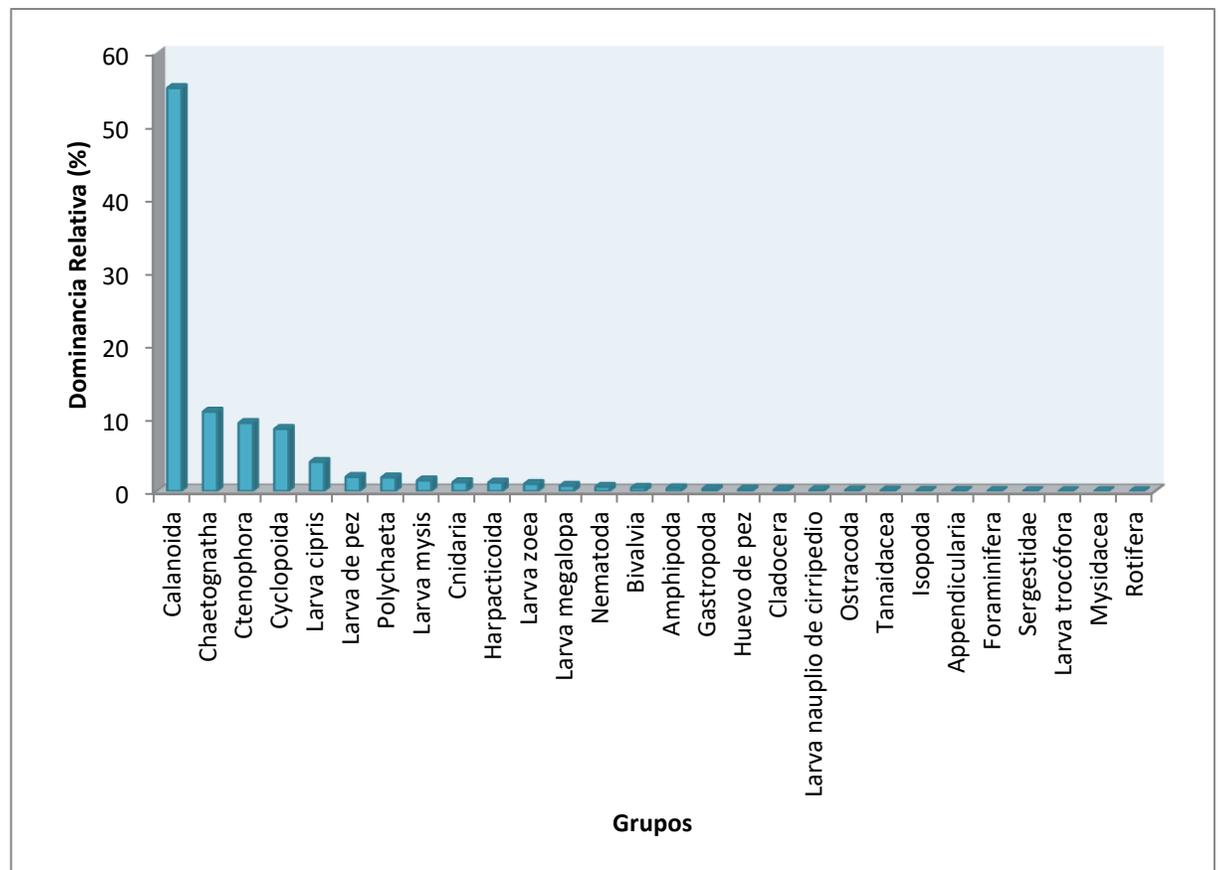


Fig. 98. Dominancia Relativa (%) en secas 2015.

Valor de Importancia Ecológica

En secas 2011, los organismos de menor valor de importancia ecológica fueron las larvas nauplio de cirripedio (16.25%), gastrópodos (15.98%), larvas de pez (14.73%), mysis (13.41%), cipris (13.20%), cladóceros (13.07%), copépodos ciclopoideos (12.89%), quetognatos (12.88%), huevos de pez (11.31%), larvas zoea (10.28%), cnidarios (9.38%), poliquetos (9.16%), ostrácodos (3.88%), anfípodos (3.34%), foraminíferos (2.58%), copépodos harpacticoideos (2.52%), tanaidáceos (1.52%), larva trocófora (1.39%), bivalvia (1.32%), mísidos (1.13%), nemátodos (0.81%), larvas megalopa (0.38%), apendicularios (0.37%), isópodos (0.37%), rotíferos (0.35%) y huevos de crustáceo (0.34%), mientras los de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos calanoides (55.01%) y larvas nauplio (43.39%) (Fig. 99).

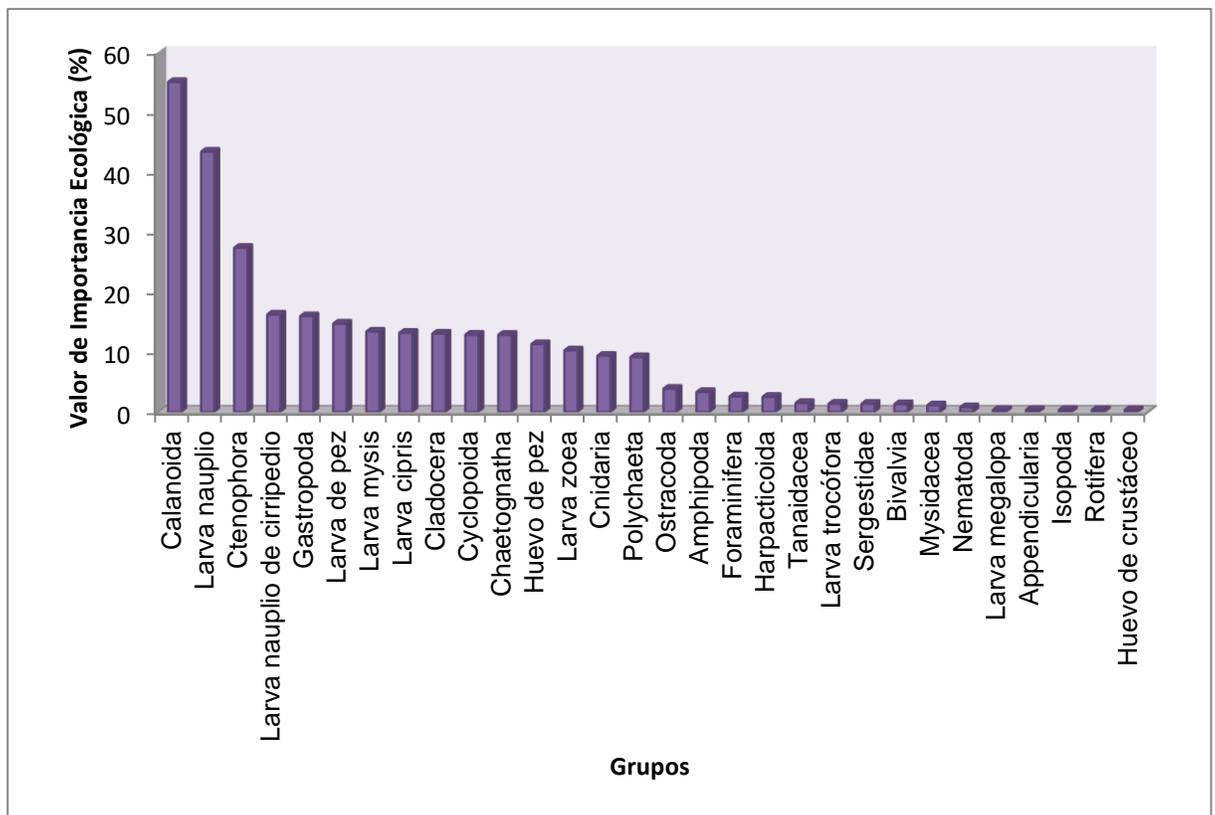


Fig. 99. Valor de Importancia Ecológica (300%) en secas 2011.

En secas 2012, los organismos de menor valor de importancia ecológica fueron las larvas ciclopoides (28.09%), quetognatos (27.86%), larvas cipris (12.95%), ctenóforos (12.08%), cnidarios (12.02%), poliquetos (10.10%), larvas nauplio (8.53%), zoea (8.47%), nauplio de cirripedio (7.33%), larvas megalopa (7.23%), cladóceros (6.19%), copépodos harpacticoideos (5.66%), anfípodos (4.23%), rotíferos (4.08%), ostrácodos (3.02%), huevos de pez (2.92%), larvas trocófora (2.33%), huevos de crustáceo (1.86%), gastrópodos (1.78%), isópodos (1.78%), tanaidáceos (1.13%) y foraminíferos (0.79%), mientras los de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos calanoides (94.48%) (Fig. 100).

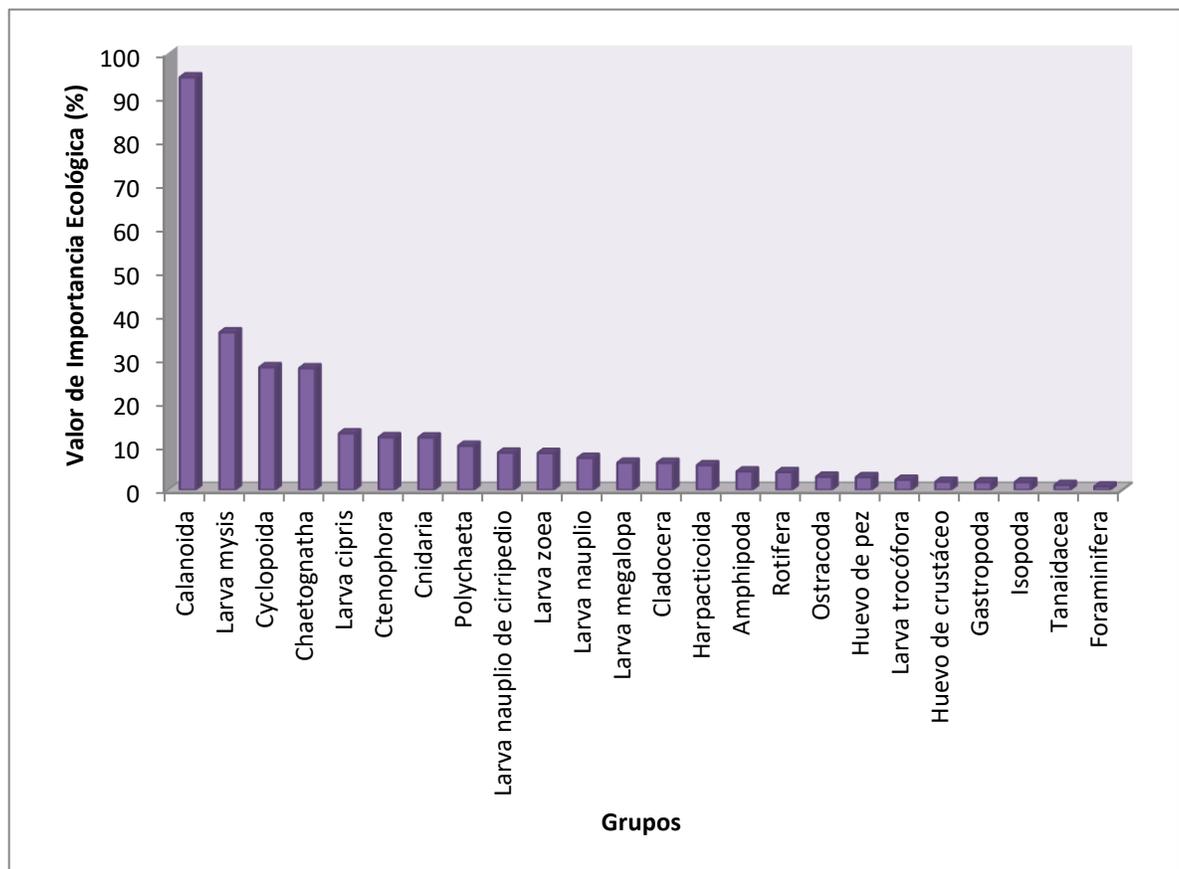


Fig. 100. Valor de Importancia Ecológica (300%) en secas 2012.

En secas 2013, los organismos de menor valor de importancia ecológica fueron los copépodos ciclopoideos (17.12%), isópodos (11.73%), quetognatos (11.24%), poliquetos (10.65%), larvas zoea (10.25%), larvas cipris (9.61%), tanaidáceos (7.42%), copépodos harpacticoideos (6.82%), cnidarios (6.80%), larvas de pez (6.18%), mysis (6.02%), cladóceros (5.66%), larvas nauplio de cirripedio (5.24%), huevos de pez (4.86%), anfípodos (4.76%), ostrácodos (3.25%), huevos de crustáceo (2.91%) y bivalvios (1.42%), mientras los de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos calanoides (98.25%) y ctenóforos (69.79%) (Fig. 101).

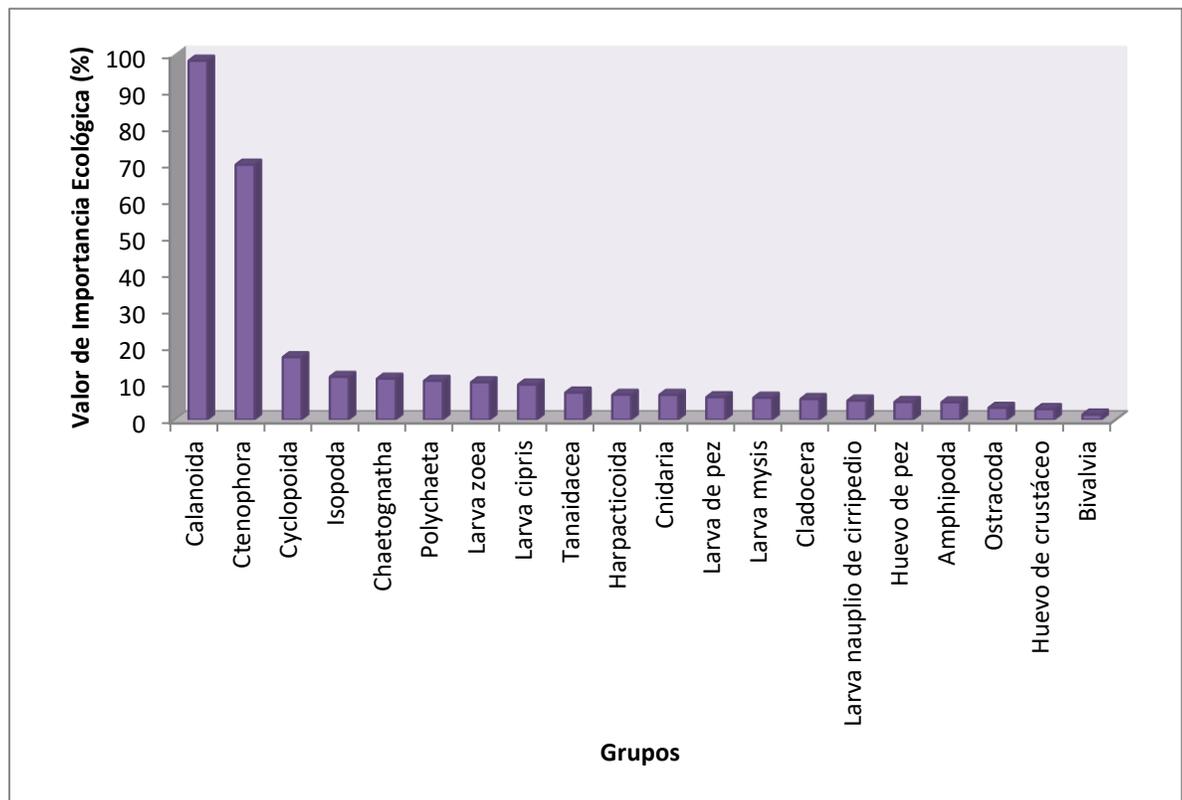


Fig. 101. Valor de Importancia Ecológica (300%) en secas 2013.

En secas 2015, los organismos de menor valor de importancia ecológica fueron los copépodos ciclopoideos (22.01%), quetognatos (20.90%), larvas cipris (14.29%), ctenóforos (12.68%), larvas nauplio de cirripedio (10.87%), mysis (8.54%), copépodos harpacticoideos (8.42%), larvas zoea (7.95%), cnidarios (7.55%), poliquetos (7.31%), cladóceros (4.97%), foraminíferos (4.71%), larvas trocófora (4.03%), huevos de pez (3.65%), ostrácodos (3.65%), larvas de pez (3.33%), gastrópodos (2.98%), larvas megalopa (2.78%), nemátodos (2.63%), apendicularios (2.09%), sergéstidos (2.01%), bivalvos (1.82%), anfípodos (1.76%), tanaidáceos (1.42%), isópodos (0.71%), rotíferos (0.67%) y mísidos (0.67%), mientras los de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos calanoides (135.75%) (Fig. 102).

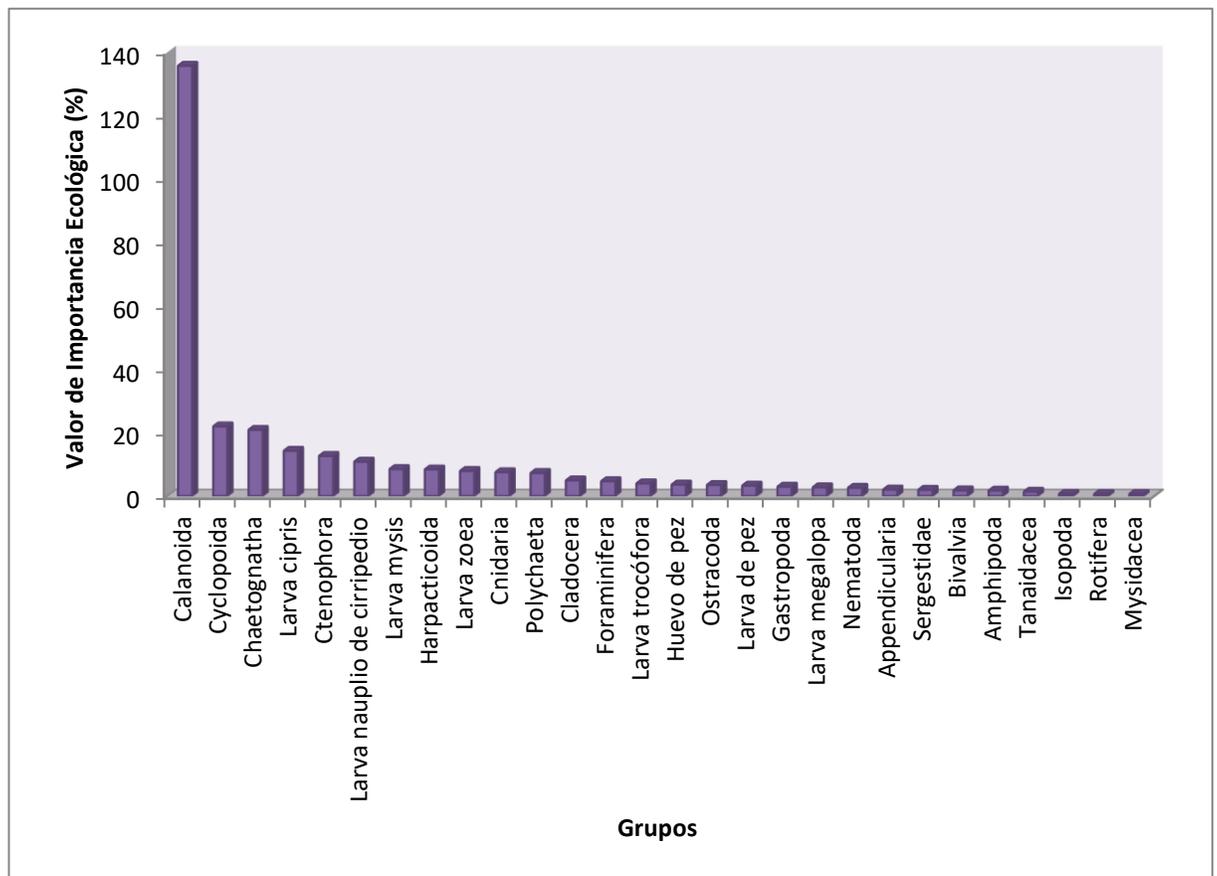


Fig. 102. Valor de Importancia Ecológica (300%) en secas 2015.

Diversidad Ecológica

Utilizando la densidad, en secas 2011, se estimó una diversidad en promedio de 1.22 nits, en donde la estación de menor diversidad con 0.383 nits fue la estación 9, ubicada al norte de Mandinga con una equitatividad de 0.15 y una riqueza de 12 grupos. La estación de mayor diversidad con 2.00 nits fue la estación 15, registrada al suroeste de La Redonda con una equitatividad de 0.738 y una riqueza de 15 grupo (Fig. 103).

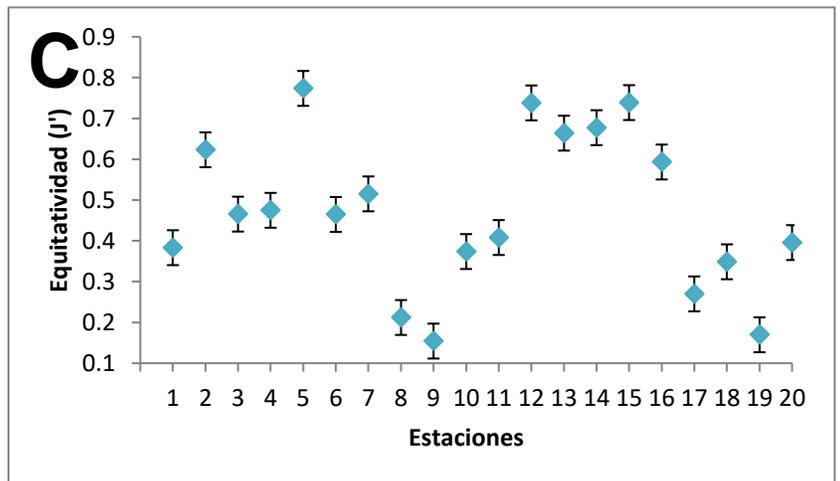
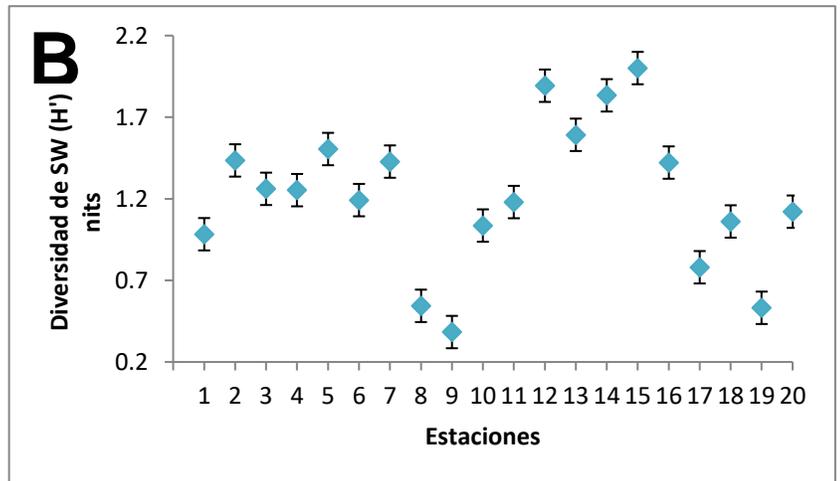
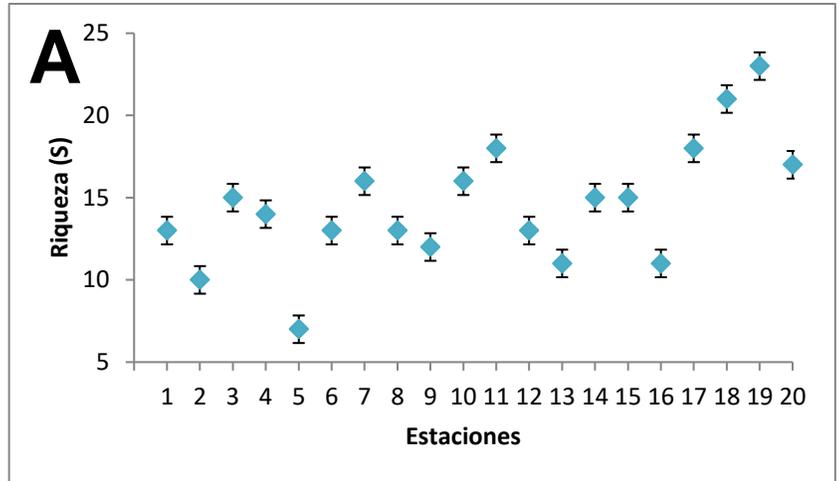
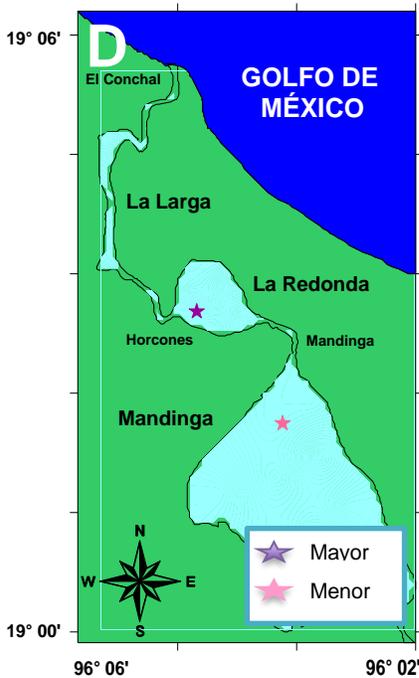


Fig. 103. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable densidad del año 2011.

En cuanto a la biomasa, se estimó un promedio de 1.61 nits, la estación de menor diversidad con 0.343 nits fue la estación 1, registrada al sureste de Mandinga, con una equitatividad de 0.133 y una riqueza de 13 grupos. La estación de mayor diversidad con 2.373 nits fue la estación 17 ubicada al norte de La Larga, con una equitatividad de 0.821 y una riqueza de 18 grupos (Fig. 104).

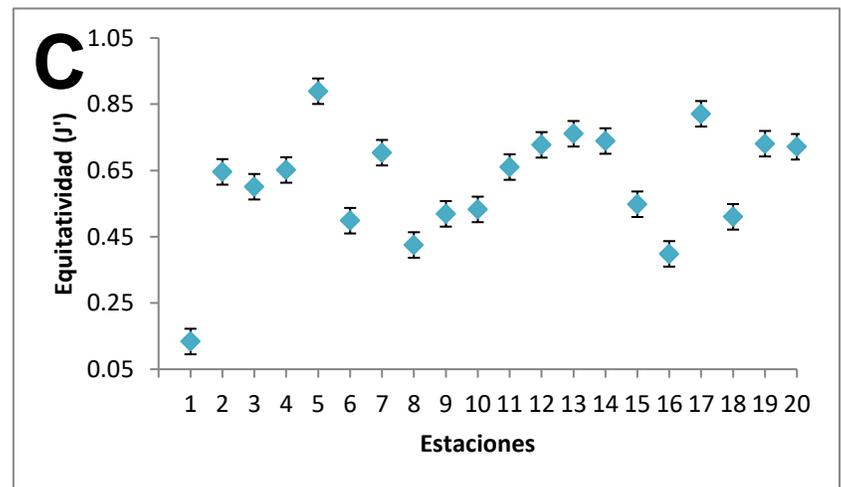
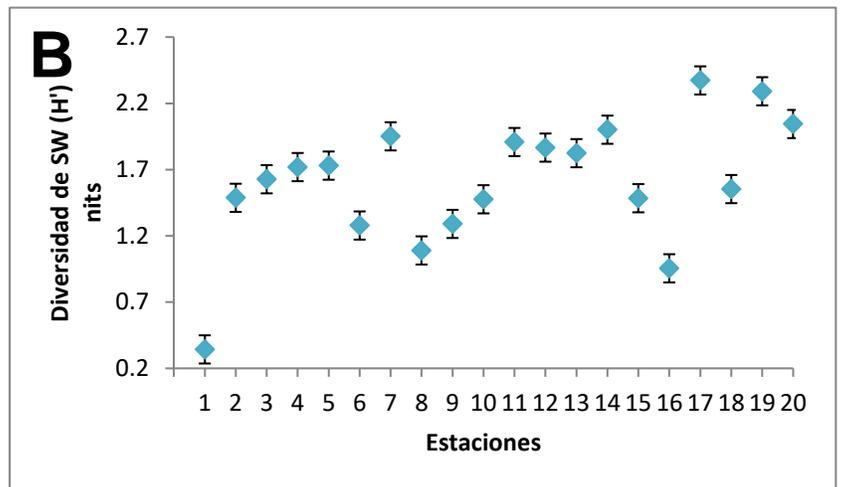
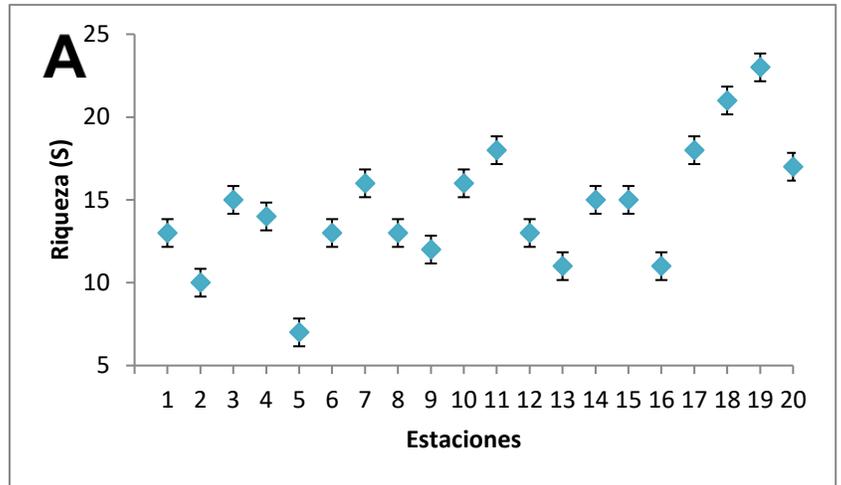
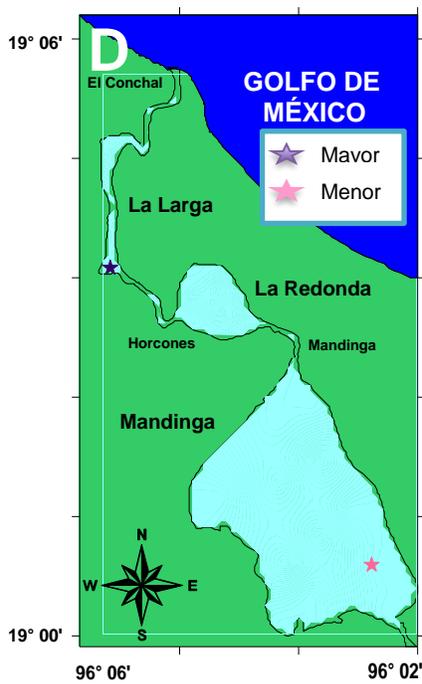


Fig. 104. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable biomasa del año 2011.

Utilizando la densidad, en secas 2012 se estimó una diversidad promedio de 1.29 nits, en donde la estación de menor diversidad con 0.63 nits fue la estación 9 ubicada al norte de Mandinga con una equitatividad de 0.3939 y riqueza de cinco grupos. La estación de mayor diversidad con 1.85 nits fue la estación 6 ubicada al noreste de Mandinga, con una equitatividad de 0.70 y riqueza de 14 grupos (Fig. 105).

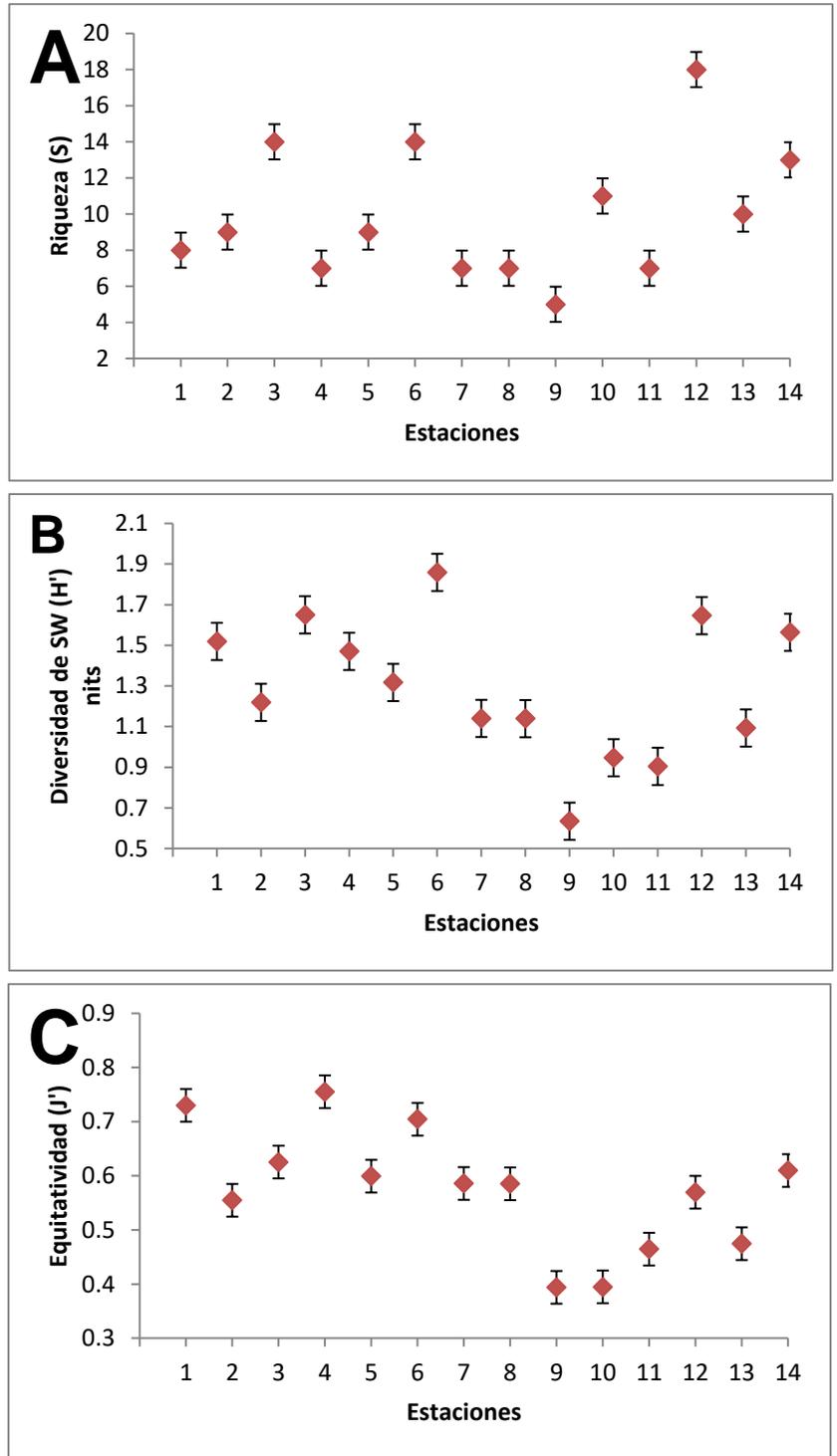
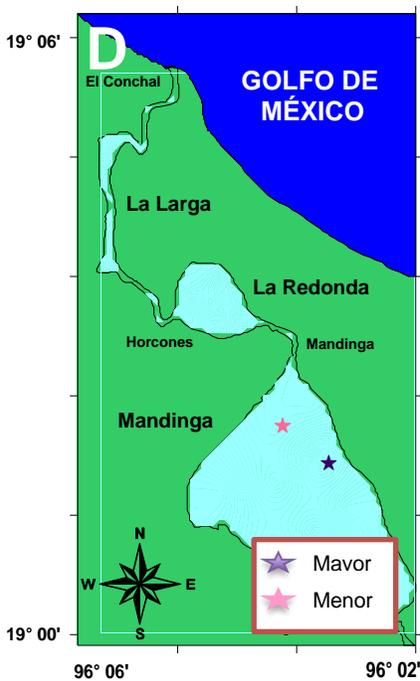


Fig. 105. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) en densidad del año 2012.

En cuanto a la biomasa, se estimó un promedio de 1.44 nits, en donde la estación con menor diversidad con 0.69 nits fue la estación 9, ubicada al norte de Mandinga, con una equitatividad de 0.43 y riqueza de cinco grupos. La estación de mayor diversidad con 1.92 nits fue la estación 14 ubicada al noroeste de La Redonda con una equitatividad de 0.76 y riqueza de 13 grupos (Fig. 106).

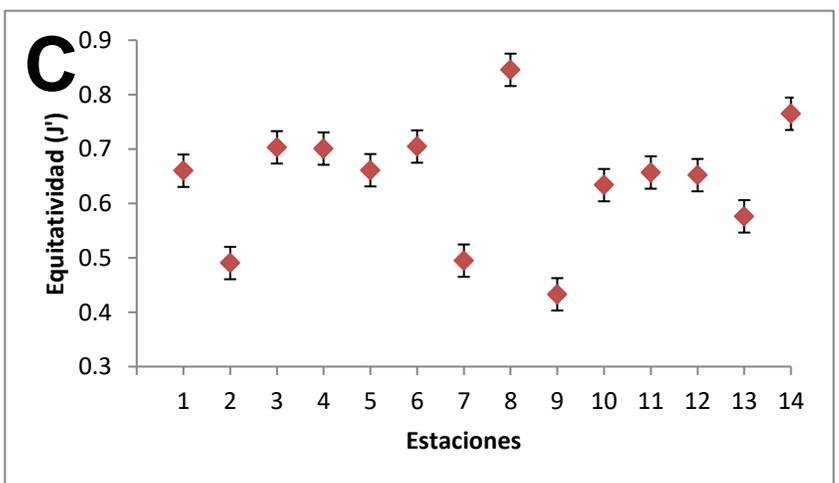
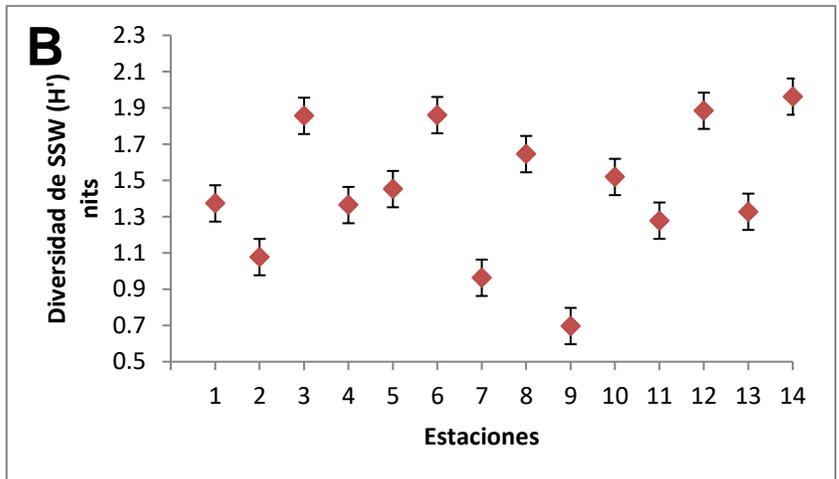
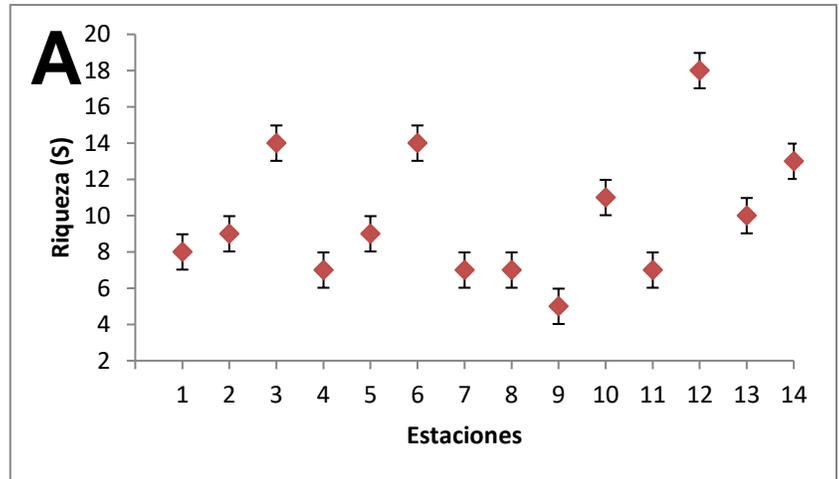
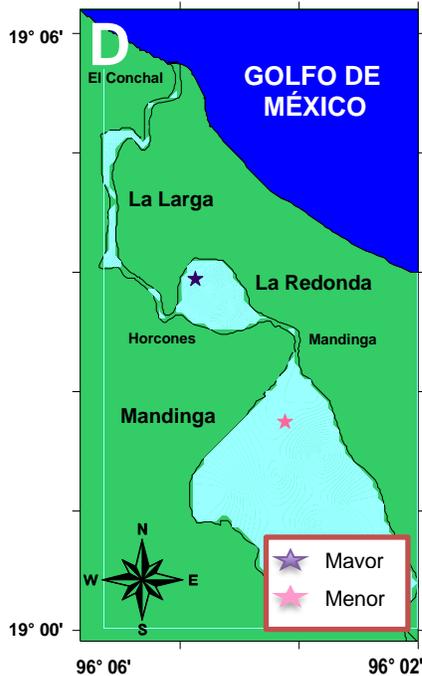


Fig. 106. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) en biomasa del año 2012.

Utilizando la densidad, en secas 2013 se estimó una diversidad promedio de 0.89 nits, en donde la estación de menor diversidad con 0.32 nits fue la estación 9 ubicada al sur de Mandinga con una equitatividad de 0.23 y riqueza de cuatro grupos. La estación de mayor diversidad con 1.89 nits fue la estación 7 ubicada al noroeste de Mandinga con una equitatividad de 0.73 y riqueza de 13 grupos (Fig. 107).

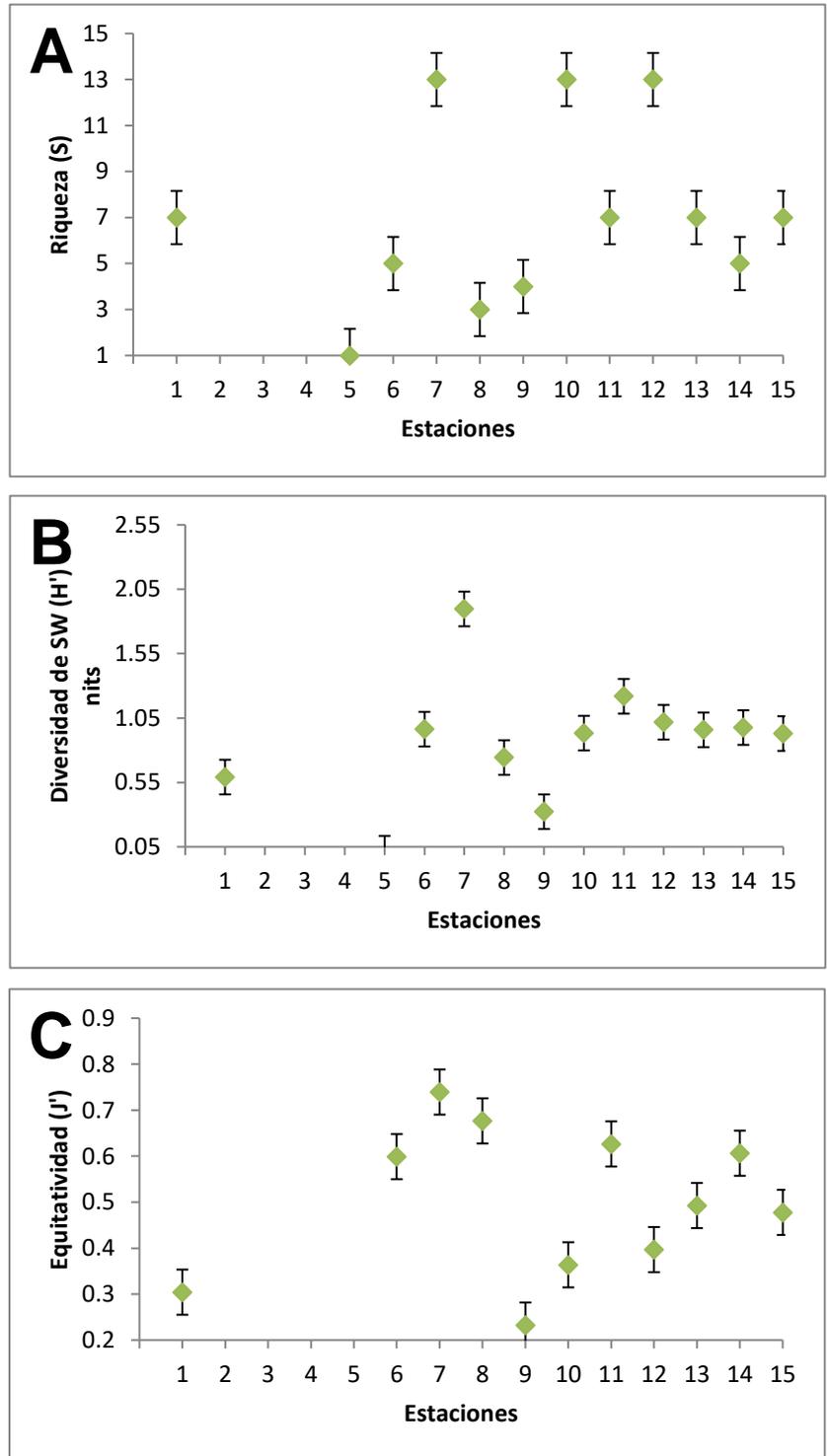
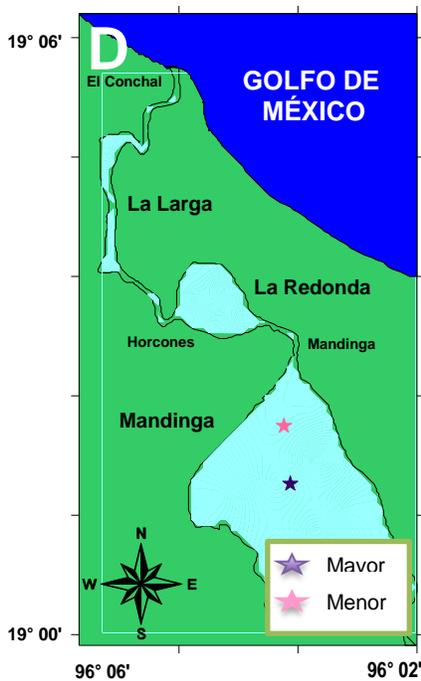


Fig. 107. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable densidad del año 2013.

En cuanto a la biomasa, se estimó un promedio de 1.08 nits, en donde la estación de menor diversidad con 0.15 nits fue la estación 15 ubicada al suroeste de La Redonda con una equitatividad de 0.07 y riqueza de siete grupos. La estación de mayor diversidad con 2.07 nits fue la estación 7 ubicada al noroeste de Mandinga con una equitatividad de 0.80 y riqueza de 13 grupos (Fig. 108).

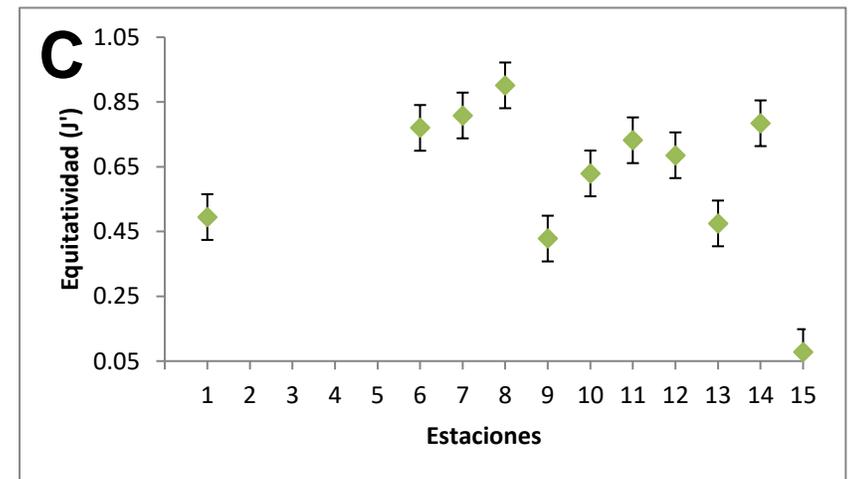
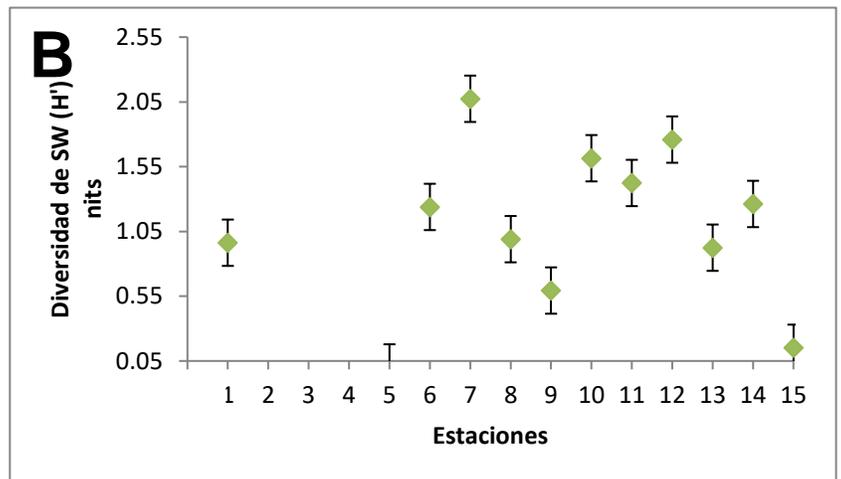
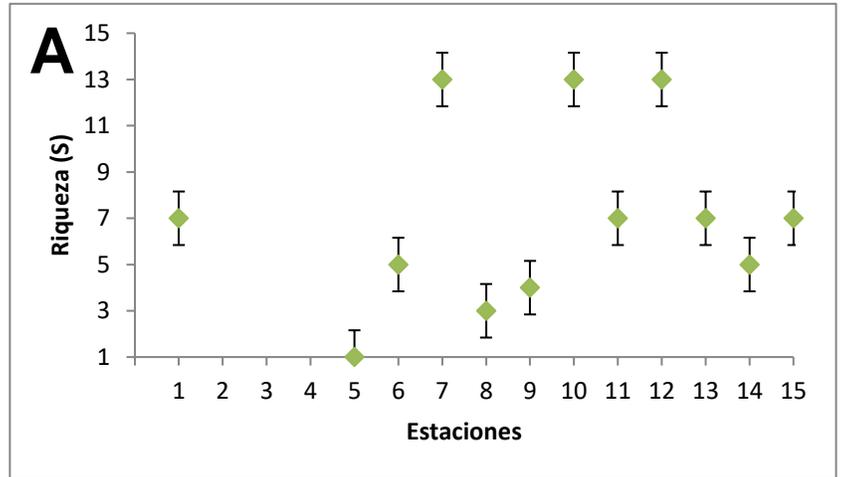
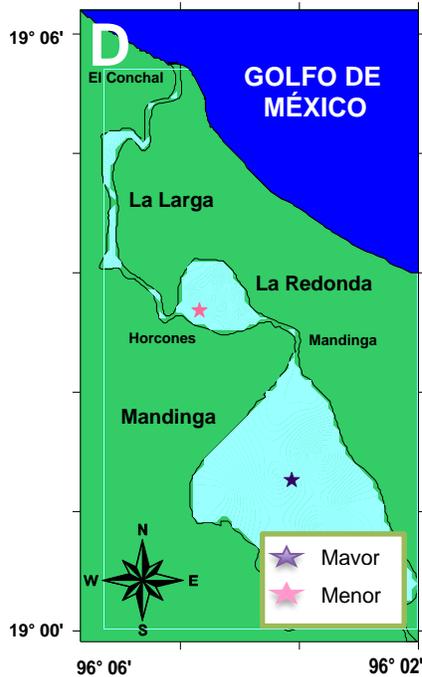


Fig. 108. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable biomasa del año 2013.

Utilizando la densidad, en secas 2015 se estimó una diversidad promedio de 1.59 nits, en donde la estación de menor diversidad con 1.10 nits fue la estación 1 ubicada al sureste de Mandinga con una equitatividad de 0.40 y riqueza de 15 grupos. La estación de mayor diversidad con 1.93 nits fue la estación 3 ubicada al suroeste de Mandinga con una equitatividad de 0.69 y riqueza de 16 grupos (Fig. 109).

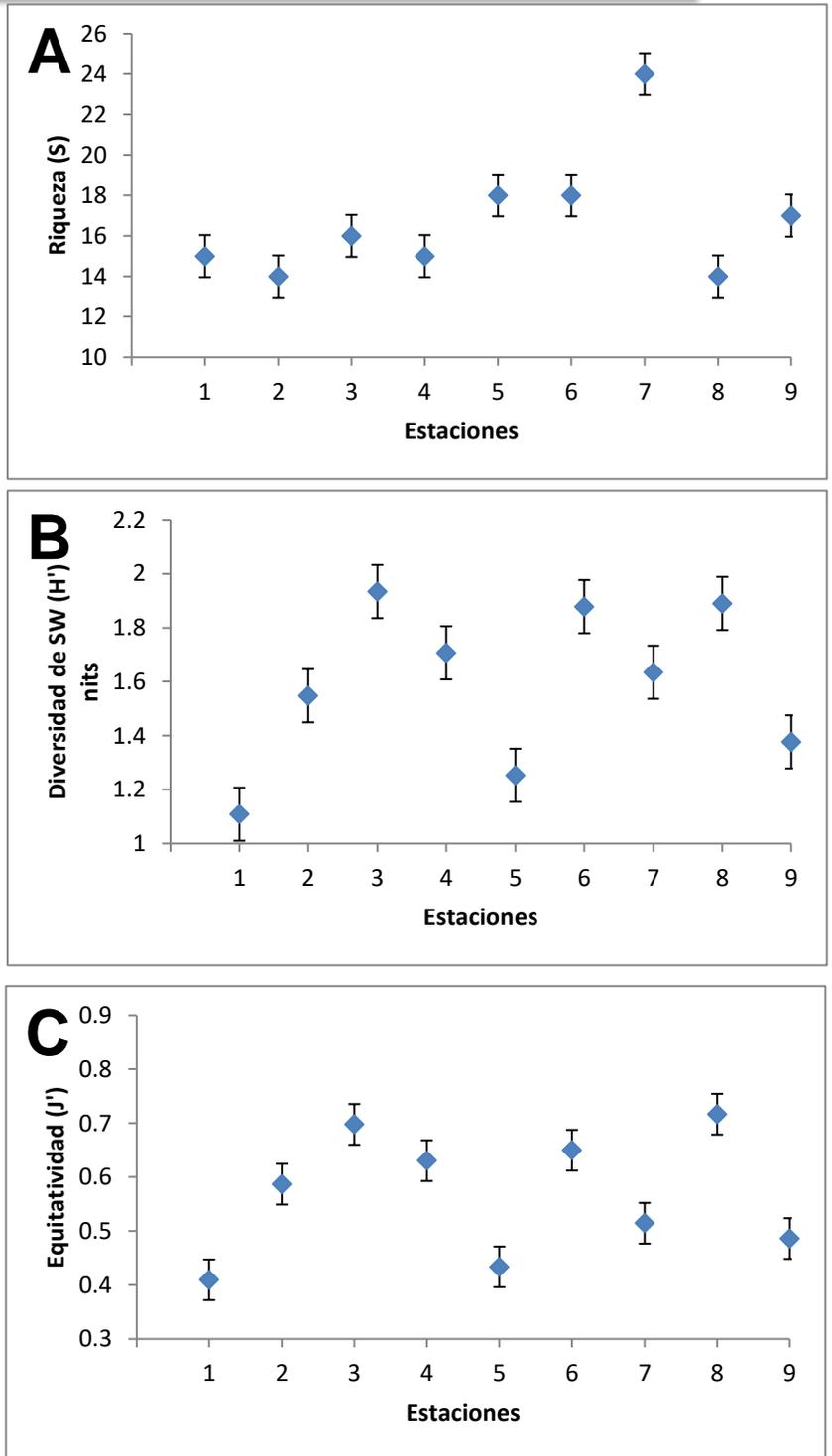
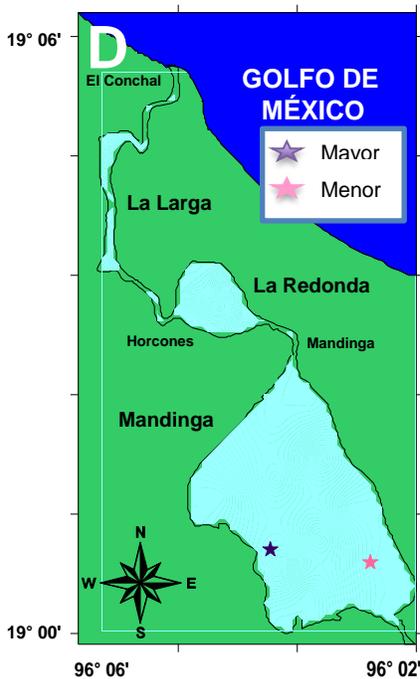


Fig. 109. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable densidad del año 2015.

En cuanto a la biomasa, se estimó un promedio de 1.59 nits, en donde la estación de menor diversidad con 1.10 nits fue la estación 1 ubicada al sureste de Mandinga con una equitatividad de 0.40 y riqueza de 15 grupos. La estación de mayor diversidad con 1.93 nits fue la estación 3, ubicada al noroeste de Mandinga con una equitatividad de 0.69 y riqueza de 16 grupos (Fig. 110).

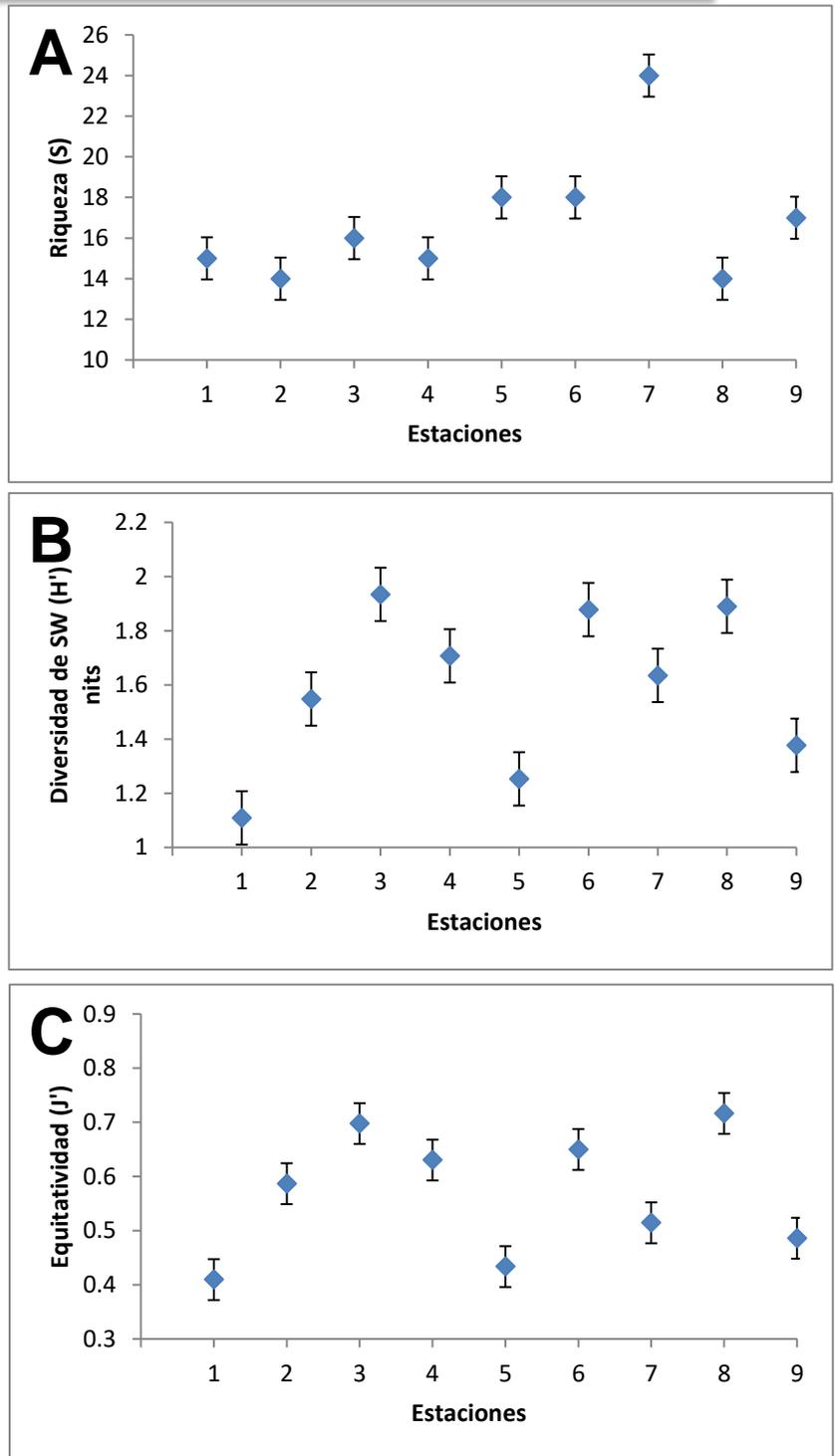
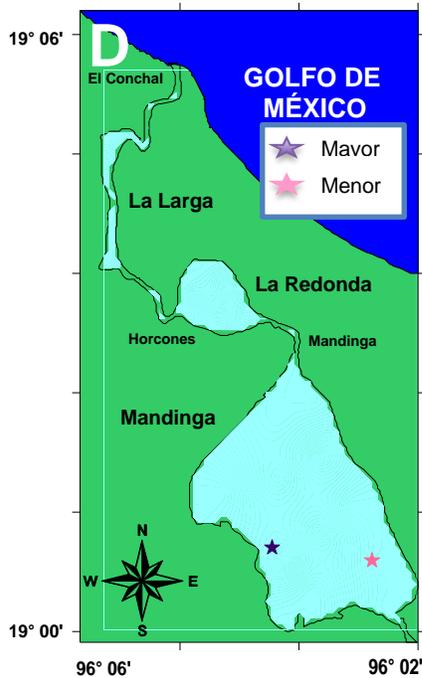


Fig. 110. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B), Equitatividad (C) y zonas de mayor y menor diversidad (D) utilizando la variable biomasa del año 2015.

Utilizando la densidad, a lo largo de los cuatro años se estimó un promedio de 1.44 nits (2.08 bits), en donde el año de menor diversidad con 1.06 nits (1.53 bits) fue el 2015 con una equitatividad de 0.31 y riqueza de 28 grupos. El año de mayor diversidad con 1.81 nits (2.62 bits) fue el 2011 con una equitatividad de 0.53 y riqueza de 30 grupos (Fig. 111).

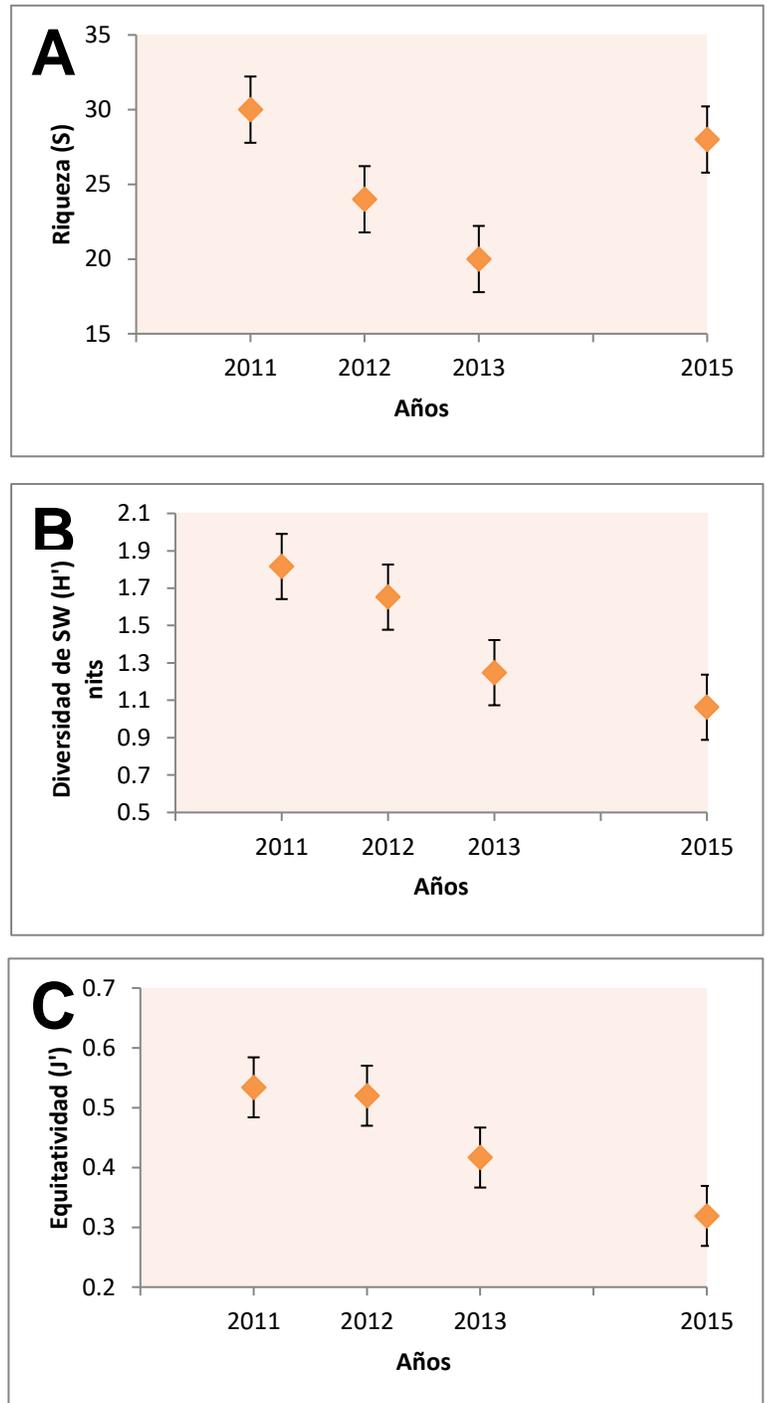


Fig. 111. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B) y Equitatividad (C) utilizando la variable densidad de los años muestreados.

En cuanto a la biomasa, se estimó un promedio de 1.90 nits (2.74 bits), en donde el año de menor diversidad con 1.3 nits (1.89 bits) fue el 2013 con una equitatividad de 0.43 y riqueza de 20 grupos. El año de mayor diversidad con 2.4 nits (3.46 bits) fue el 2011 con una equitatividad de 0.70 y riqueza de 30 grupos (Fig. 112).

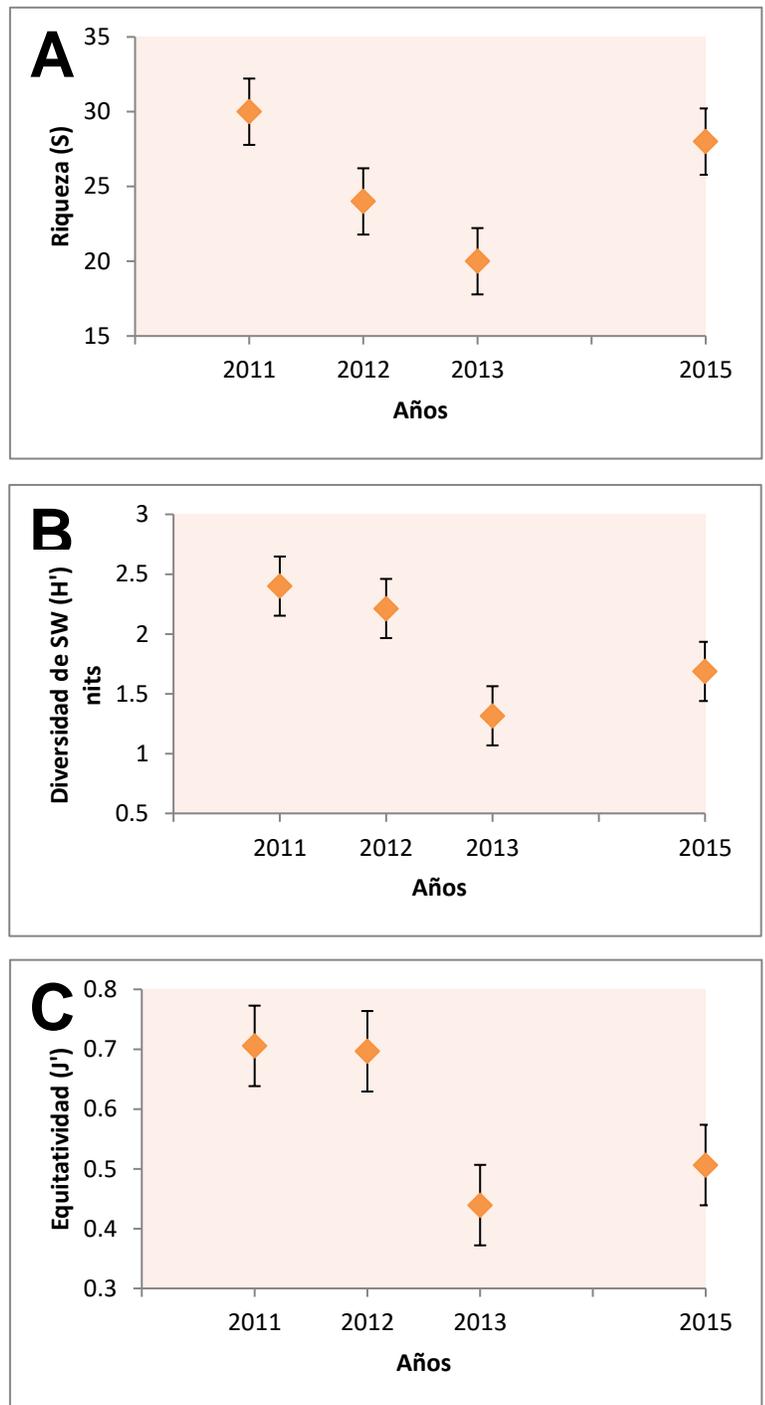


Fig. 112. Riqueza (A), Diversidad Ecológica (B) y Equitatividad (C) utilizando la variable biomasa de los años muestreados.



Discusión

La profundidad promedio registrada para el sistema fue de 140.65 cm con un intervalo entre 124.62 a los 161.50 cm, resultados normales para este tipo de sistemas en donde la profundidad es de aproximadamente 150 cm, aunque también se pueden usar profundidades entre 100 y 200 cm. Yáñez-Arancibia (1986) clasifica a este sistema como somero al igual que Reguero y García-Cubas (1993). Estas profundidades son mayores a las registradas por García-Ortega (2013), quien en los años 2007-2010 obtuvo un promedio de 129 cm. A pesar de no haber diferencias estadísticamente significativas para nuestros años de registró, se puede detectar que la profundidad ha ido en aumento en los años 2007 al 2015. Reyes-Ascencio (2011), menciona que el aumento de profundidad puede deberse al dragado que comenzó en lluvias 2008 y a los escasos de aportes fluviales al sistema lagunar. Las áreas de mayor profundidad desde el año 2008 hasta el 2015 han sido en la Larga y Mandinga, esto se debe básicamente a la influencia de mareas que tienen interacción con La Larga, además de la aportación de los arroyos y el drenaje o escurrimiento de las zonas aledañas a causas de la lluvia, además de la infiltración a través de los medanos que se localizan en la parte sur de la laguna de Mandinga (Reguero y García-Cubas, 1993).

En cuanto a la transparencia promedio registrada para el sistema fue de 77.51 cm con un intervalo entre 73.85 cm a los 86.34 cm, estos resultados son menores a los obtenidos por Castañeda-Morales (2013), en donde el promedio de transparencia del mismo sistema es de 89.50 cm, con una mínima de 57 cm y una máxima de 160. Para explicar las máximas y mínimas transparencias se debe decir que entre mayor sea la transparencia menor será la cantidad de partículas suspendidas en la columna de agua, pues se permite el libre paso de la luz; caso contrario si se tiene gran cantidad de partículas suspendidas la transparencia será menor debido a que dichas partículas reflejarán la luz en mayor cantidad, extinguiendo la cantidad de luz que entra al medio. La suspensión de las partículas en la columna superior de agua tiene que ver en el caso de organismos vivos con que al ser planctónicos (fitoplancton o zooplancton) esa es la zona donde se desarrollan (pues es donde llega la mayor cantidad de luz) y en el caso de partículas no vivas con la erosión marina, las corrientes de agua, el viento los choques entre aguas frías (marinas) y calientes (provenientes del sistema lagunar) (Aragón, 2014).

Por otro lado, la temperatura del agua se registró con promedio de 26.99 °C, un intervalo entre 21.62 °C a los 29.57 °C, por lo que es considerada como una



laguna cálida (INEGI, 2009; Castán-Aquino, 2013). Contreras-Espinosa *et al.* (2002) y Lara *et al.* (2014), hacen referencia a que el agua cálida se debe a que la temperatura es un reflejo de la situación latitudinal de la laguna, ya que se encuentra ubicada dentro de la región subtropical, en donde los valores más elevados de temperaturas son comunes a lo largo del año, así, la temperatura considerada normal fluctúa entre los 25 °C y 30 °C. Trabajos anteriores como el de García-Ortega (2013), registra un promedio de 24.4 °C con una temperatura mínima de 20.03 °C y una máxima de 30.22 °C para el mismo sistema en los años 2007 al 2010. Reguero y García-Cubas (1993) mencionan que a lo largo de un ciclo anual las variaciones de temperatura van de los 16 °C a los 30 °C con registros mínimos cercanos a 20 °C durante enero y febrero y una máxima de alrededor de 30 °C en abril, mayo y junio. De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastándolos con los de García-Ortega (2013), se observa un aumento leve de temperatura, en donde la mayor temperatura se presenta en el año 2015. Contreras-Espinosa *et al.* (2002), mencionan que, en casi todo el litoral, el efecto de la temperatura continental es relativamente homogéneo, tanto espacial como temporalmente, mientras que las temperaturas superficiales marítimas ejercen influencia sobre las variaciones registradas en las aguas lagunares, estuáricas y en toda la zona costera. Así también, otros factores locales como la poca profundidad, la elevada insolación y las consecuentes altas tasas de evaporación tienden a magnificar o atenuar el efecto de la temperatura de las corrientes marítimas costeras, al mismo tiempo que influyen en los organismos.

Con respecto al oxígeno disuelto registrado, se obtuvo un promedio de 8.94 mg/L con un intervalo entre 7.92 mg/L a los 11 mg/L, por lo que esta laguna es considerada como hiperóxica (Contreras-Espinosa, 2001). Dichos resultados concuerdan con García-Ortega (2013), quien registra valores de oxígeno disuelto mayores a 5 mg/L en los años 2007 a 2009 en la laguna de Mandinga. Con los valores obtenidos desde el 2007 se observa un incremento en la concentración de oxígeno disuelto en el SLM, en donde el valor más alto obtenido fue en el 2015 con 11 mg/L. En el caso de los ecosistemas lagunares éste procede principalmente de dos fuentes: de la atmosférica y de su generación por los productores primarios. Por parte de la interacción atmósfera-agua, ésta sucede por leyes físico-químicas fundamentalmente la de Dalton (ley de las presiones parciales); por otro lado, la presencia y difusión de este gas estarán condicionados además de la presión, por la salinidad y la temperatura, Contreras-Espinosa (2001), menciona que si los valores de concentración rebasan la cantidad determinada por las leyes físico-químicas se detectará una sobre o sub saturación, la cual estará generada por actividades exclusivamente de origen biológico, por ejemplo, la elevada producción primaria como pastos y fitoplancton, mientras que



si las concentraciones de oxígeno son bajas, puede deberse a la descomposición de materia orgánica y detritus. De igual manera, Lara *et al.* (2014), menciona que las bajas concentraciones de oxígeno disuelto pueden ser causadas por los procesos de descomposición de la materia orgánica dentro de éstos, mientras las altas concentraciones pueden ser causados por un eficiente patrón de circulación y renovación de sus aguas interiores, así como por intensa actividad de productores primarios.

La salinidad es probablemente la característica más importante en un ambiente estuarino, esta tiene grandes variaciones ya sea anuales, temporales o incluso por mareas, puede variar extensivamente con la profundidad o de un lado al otro del ambiente, además, es importante porque afecta de manera directa a la distribución de los organismos, ya sea directamente o por medio de la distribución de sus alimentos (De Sylva, 1985; Cabral-Tena, 2007). Se registró una salinidad promedio de 27.23 ups con un intervalo entre 25.33 ups a los 28.64 ups, lo que clasifica a la laguna en polihalina de acuerdo a Carriker (1967), esto concuerda con Contreras-Espinosa (2001) y Lara *et al.* (2011), quienes también clasificaron a la laguna de Mandinga como polihalina, pues su salinidad se encuentra en un intervalo que va desde los 20 ups a 30 ups. En los años de registro, se muestra un descenso en la salinidad desde el 2011 hasta el 2013, pero en el 2015 vuelve a elevarse, en todos los años se muestra un cambio evidente tanto de aumento como de disminución de salinidad, así como los muestra Reyes-Ascencio (2011). Los niveles más elevados de salinidad se registran en las lagunas de La Larga y La Redonda, esto puede deberse a la influencia marina por medio de la desembocadura al mar de La Larga, lo cual otorga al sistema la penetración del agua marina por efecto de diferentes movimientos físicos como lo son las mareas, corrientes y olas, principalmente (Castañeda-Morales, 2013).

El pH promedio registrado en el sistema es de 7.98 con un intervalo entre 7.84 a los 8.16, éste normalmente en sistemas costeros semicerrados como las lagunas puede variar entre 6.5 a los 9.5, estos valores alcalinos pueden deberse a la asimilación fotosintética diurna de CO₂ (De la Lanza y Cáceres, 1994). Los valores de pH están dados por el intercambio de CO₂ atmosférico y el agua generando ácido carbónico (H₂CO₃). La inestabilidad de este compuesto hace que existan siempre formas carbonatadas disueltas en el agua como carbonatos y bicarbonatos asociados a elementos de carga positiva. Al existir un mayor número de compuestos de carga negativa se provoca que el pH, en el agua de mar, resulte levemente alcalina, presentando un valor promedio de 8.2 (Broecker, 1974), en cambio el agua de origen continental tiende a valores neutros de 7.0. Por lo anterior, los registros de pH naturales dentro de una laguna varían en este intervalo (Contreras-Espinosa, 2001). Las algas consumen anhídrido carbónico en



la fotosíntesis, lo que desplaza el equilibrio de los carbonatos y da lugar a un aumento del pH. Los valores más bajos registrados en el sistema pueden deberse a la degradación de la materia orgánica pues conduce a la formación de dióxido de carbono como producto final, lo que causa una disminución de pH (Contreras-Olvera, 2016). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Reyes-Ascencio (2011), quién reporta para el mismo sistema en los años 2008 y 2009 valores de pH alrededor de 7 a los 8.5 tanto en superficie como en fondo.

El grupo mejor representado de toda la comunidad zooplanctónica en cuanto a densidad, biomasa y frecuencia en el SLM fueron los copépodos. Hulsemann (1996), menciona que la abundancia y composición específica de los copépodos están estrechamente relacionadas con la producción primaria. Según Sánchez (2009), estos organismos constituyen aproximadamente la mitad de la biomasa del zooplancton, aunque lo más frecuente es que represente porcentajes de entre 75 y 90% en regiones oceánicas y costeras. Se han realizado trabajos en diferentes lagunas de México como Gómez (1965), en la laguna de Términos, Campeche; Contreras y Castañeda (2004), en Tamiahua, Tampamocho y La Mancha, Veracruz; Álvarez-Silva *et al.* (2006), en Chantuto y Panzacola, Chiapas; Álvarez-Cadena *et al.* (2007), en el norte de Quintana Roo y Mar Caribe y Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), en Coyuca, Guerrero, que llegan a la conclusión de que el grupo que más abunda en la comunidad zooplanctónica son los copépodos, pues registran valores mayores al 60% de la comunidad. Específicamente trabajos como Álvarez (1996) y Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre (2000), únicamente se enfocan a la biodiversidad de la Subclase Copepoda en las distintas lagunas de Veracruz, registran que los organismos mejor representados son calanoides y ciclopoideos, debido a que como ya se conoce, los copépodos son considerados los metazoarios más abundantes del planeta, incluso por encima de los insectos y de los nemátodos, ya que existen desde las cumbres de los Himalayas hasta las grandes profundidades oceánicas, desde las recónditas cuevas anquialinas hasta las reverdecidas paredes de los tinacos de nuestras casas. Los copépodos fueron los organismos que se encontraron a lo largo de los cuatro años de muestreo, debido a que pueden adaptarse para sobrevivir en los distintos ambientes (Chin *et al.*, 2018), aunque en general muchas especies tienen estrechos intervalos de tolerancia a variaciones de los factores ambientales, por ello, los ambientes extremos no suelen ser un problema para éstos (Suárez-Morales, 2000). Este grupo diverso y muy abundante ha colonizado todos los regímenes de temperatura, desde las aguas polares hasta los manantiales más cálidos, todos los intervalos de salinidad, desde el agua dulce hasta las lagunas hipersalinas y todas las profundidades, desde las aguas superficiales hasta las trincheras oceánicas (Hulsemann, 1996). Contreras-Espinoza (2016), registra a la familia



Acartiidae en temporada de nortes en el río Jamapa, en donde Belmonte y Potenza (2001), mencionan que esta familia es típica de aguas costeras, con un amplio rango de tolerancia a los cambios de salinidad, temperatura y concentración de nutrientes e omnívora y, Kimmerer y McKinnon (1987), mencionan que esta familia está bien representada en sistemas estuarinos, debido a que sus especies pueden mantener altas tasas de filtración, lo que conlleva a tener mayores ventajas adaptativas para ambientes estuarinos. Su densidad y frecuencia concuerda con datos registrados por Álvarez-Cadena *et al.* (2007), quienes registran que en la laguna costera del Caribe Mexicano el zooplancton recolectado estuvo representado por 41 grupos, de los cuales los copépodos (61%), las larvas de equinodermos (17%) y las larvas de decápodos (5 %), fueron los más importantes, sumando más del 82% de la fauna recolectada. Otros grupos abundantes fueron gasterópodos, medusas, quetognatos, foraminíferos; Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), obtuvieron que la mayor abundancia estuvo representada por copépodos *Ergasilus* sp. y *Pseudodiaptomus culebrensis* (91.4%) y el restante 8.6% estuvo conformado por anfípodos, zoeas, huevos y larvas de pez; Gómez (1965), reporta que los principales componentes del microzooplancton son los copépodos, las larvas nauplius, zoeas, veliger de gasterópodos y lamelibranquios, etc., en donde menciona que copépodos alcanzan sus mayores porcentajes en verano y los mínimos en invierno; las larvas nauplio y zoea son abundantes en primavera; las veliger de gasterópodos. Mientras que Cabral-Tena (2007), registró que los organismos más frecuentes en la Laguna de Sontecomapan fueron los copépodos y las larvas de crustáceo, mientras los menos frecuentes fueron los ostrácodos, finalmente, Castán-Aquino (2013), registró una mayor densidad de calanoides en los años 2007 a 2010 en la misma laguna, en donde menciona que según Margalef (1969), su mayor densidad y frecuencia pueden deberse a procesos de sucesión, pues dependiendo de las condiciones y el tipo de sistema la sucesión tiene su propia periodicidad y características en donde, a menudo, son especies del mismo género las que comparten anualmente la dominancia y se sustituyen mutuamente a lo largo de un ciclo anual, por ejemplo, el copépodo *Acartia clausi* sustituye a *A. tonsa*.

Los harpacticoides de aguas continentales representan un grupo muy poco conocido en México, el número de especies es aún bajo (17) si tomamos en cuenta que son muy diversos en los ambientes creviculares, epibénticos y bénticos (Suárez-Morales, 2000). Contreras-Espinoza (2016), registró harpacticoides de la familia Tachidiidae en el río Jamapa, Veracruz, estos organismos son eurihalinos y se pueden encontrar en los sistemas estuarios (por la influencia del agua dulce) en sedimentos finos de aguas someras y salobres,



además, se les considera como biomarcadores de ambientes ricos en materia orgánica (Huys *et al.* 1996; Torado y Ceccherelli, 2010).

Ordoñez-López y Ornelas-Roa (2003), menciona que la variación en la abundancia de copépodos está estrechamente relacionada con los flujos de mareas y los cambios estacionales que modifican los gradientes de salinidad, temperatura y biomasa zooplanctónica, lo cual concuerda con los resultados obtenidos, pues en el año 2013 se registraron los más bajos parámetros físicoquímicos así como la abundancia y biomasa más baja de las tres subclases de copépodos.

La aparición de los huevos y larvas de distintas especies de peces está íntimamente relacionada con el ciclo anual de la maduración sexual de los adultos, por lo tanto, la composición cualitativa y cuantitativa del ictioplancton es muy variable a lo largo de todo el año y está sujeta a los distintos procesos fisiológicos de los adultos de diferentes especies. El crecimiento de las postlarvas depende, fundamentalmente, de la especie, de la temperatura ambiental y del alimento disponible. Hay que subrayar que en la distribución del ictioplancton los factores físicoquímicos del ambiente y, en especial, la temperatura y la salinidad, son los que en gran medida definen su cuadro cualitativo y cuantitativo (De Ciechowski, 1981). Rodríguez-Varela y Cruz-Gómez (2002), realizaron un estudio ictioplanctónico en diferentes ecosistemas estuarino lagunares en Veracruz, en donde registran varias especies en las lagunas de Alvarado, Tamiahua, Casitas, Sontecomapan, Tampamachoco, Tecolutla, Papaloapan, y Mandinga, en ella reportan aproximadamente 16 especies de ictioplancton. Así también, Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013) registran presencia de huevos y larvas de pez en la laguna de Coyuca, Guerrero, aunque con poca abundancia. La mayor abundancia de ictioplancton ocurre en la plataforma continental en áreas cercanas a la costa y la menor en la zona oceánica, en estrecha relación con la biomasa zooplanctónica (Flores-Coto *et al.*, 2009). La variación de la composición y abundancia de larvas de peces tiene diferentes causas, sin embargo, puede generalizarse que tal variación obedece en primer término a las áreas y épocas de desove de las especies, en segundo término a los hábitos de las larvas y finalmente a diversos procesos físicos que las dispersan o concentran, principalmente las corrientes y descargas de agua continental y mezcla (Sabatés, 1990; Southers y Frank, 1991; Boehlert y Mundy, 1993; Leis, 1993; Fiuman, 2002; Marancik *et al.*, 2005, Salas de León *et al.*, 1998; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2006). Después de la eclosión, la sobrevivencia y distribución de las larvas depende de la biología de la especie y de la disponibilidad de alimento. La biología de la especie implica los límites de tolerancia de cada taxón a diversos factores como luz, salinidad, temperatura, etc.



(Kinne 1970; Boehlert y Mundy, 1993), límites que se asume han sido fijados a través de un largo proceso evolutivo (Flores-Coto *et al.*, 2009).

Canizal (1989), investiga la distribución espacio temporal del ictioplancton en relación con algunos parámetros fisicoquímicos y con diversos organismos, en la laguna de Términos, Campeche, en donde menciona que detectó una relación estrecha, con cierto "período de retardo", entre la mayor ocurrencia de huevos y el máximo de ctenóforos y medusas, por lo que se puede inferir relaciones de depredador-presa. Lo anterior puede justificar la poca distribución en densidad y biomasa de los huevos y larvas de pez, pues los ctenóforos y cnidarios son unos de los grupos abundantes y de gran dominancia.

Por la imposibilidad que tienen los crustáceos de proteger sus huevos y sus larvas, han desarrollado la capacidad de producirlos en enormes cantidades y en ciertas épocas del año llegan a ser los componentes predominantes, sirviendo de alimentación de peces y otros invertebrados (Cifuentes *et al.*, 1997). Registros de estos organismos en el sistema es normal debido a que en dicha zona hay presencia de crustáceos adultos colectados incluso con huevos (observación directa). Así también en varias lagunas de Veracruz como la Laguna Grande, El Llano, estuario Coatzacoalcos, estuario Casitas-Nautla, entre otros ha habido registros de entre 20 a 50 especies de crustáceos (Contreras y Castañeda, 2004). La abundancia de huevos y larvas de crustáceo puede variar mucho debido a que son organismos que en su fase juvenil forman parte del plancton y en la fase adulta parte del bentos, así también, Bonilla-Coello (2003), menciona que la temperatura puede influir en su abundancia, pues a mayor temperatura, mayor abundancia de larvas de crustáceos decápodos.

La mayoría de los ctenóforos son holoplanctónicos y se encuentran distribuidos en el mar abierto, lo poco que se sabe acerca de su fisiología sugiere que algunas especies son tolerantes a grandes variaciones en las condiciones ambientales y parecen ser capaces de crecer y reproducirse en un amplio intervalo de salinidad y temperatura, mientras que otras especies tienen requerimientos ambientales muy específicos. Estos organismos son colonizadores cuyas estrategias de vida constan de breves brotes de actividad reproductiva cuando las condiciones son favorables. Ningún ctenóforo ha sido capaz de colonizar el agua dulce, en contraste con los miembros de filo Cnidaria. La distribución de algunos cnidarios depende de una serie de factores de diferente orden, entre los cuales se puede mencionar: tipo de reproducción, condiciones ambientales como salinidad del agua, temperatura, nutrientes, naturaleza de fondo, régimen de corrientes, etc. La salinidad determina los modelos de distribución de muchas especies, en especial de en sectores neríticos. En aquellas áreas donde las condiciones ambientales



varían estacionalmente, la supervivencia de algunas especies está asegurada por la constitución de formas de resistencia del pólipo (Ramírez y Zamponi, 1981).

Los cnidarios y ctenóforos se han registrado no sólo en esta laguna pues Contreras y Castañeda (2004), también mencionan su colecta en la Laguna de Tampamachoco, así también, Álvarez-Cadena *et al.* (2007), registran presencia de medusas con una gran abundancia en el Mar Caribe; Cortés-Lacomba *et al.* (2013), realizan un listado de medusas colectadas en la laguna de Términos, Campeche, mientras que Mecalco-Hernández *et al.* (2018), registran ctenóforos en la laguna de La Mancha. Ocaña *et al.* (2001), obtuvo un listado de 31 especies de medusas en siete sistemas de lagunas costeras del sur del Golfo de México: Laguna Madre Tamaulipas, las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua, La Mancha y Alvarado del Estado de Veracruz, El Carmen-La Machona en Tabasco y de la Laguna de Términos, Campeche. Según Loman-Ramos *et al.* (2007), los patrones de distribución de *Liriope tetraphylla* y de otras 21 especies de medusas, se caracterizaron por presentar sus mayores abundancias en aguas someras del Banco de Campeche, donde se registró una mayor temperatura, salinidad y biomasa zooplanctónica. Esta distribución de las medusas presupone una importante relación con las características hidrológicas y la productividad planctónica local.

Con respecto a los quetognatos se han registrado en varias lagunas como son Coyuca, Guerrero (Álvarez-Silva y Torres-Alvarado, 2013), la zona lagunar y costera del Caribe Mexicano, desde Morelos hasta Cancún (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007) y en el complejo Lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca (Pantaleón-López *et al.*, 2005). Se ha reportado que cuando las poblaciones de copépodos aumentan, éstos se ven favorecidos debido a que los copépodos son su alimento principal, además de los apendicularios (Ramírez-Ávila, 1997; Perea, 2006). Esto concuerda con los datos obtenidos, pues en los años 2012-2015 hay una densidad media de quetognatos debido a los altos valores de densidad de los copépodos, además, los valores de apendicularios son uno de los más bajos, lo cual puede atribuirse a la probable depredación por parte de los quetognatos. Así también, Villenas y Palma (2006), menciona que este filo es uno de los más abundantes del zooplancton marino después de los copépodos, que pueden formar significativas agregaciones en zonas costeras y presentar una estrecha relación con la distribución de las propiedades físicas y químicas del agua. Boltovskoy (1981), menciona que la distribución mundial cualitativa está determinada por la temperatura y, principalmente por el movimiento de las aguas, también que la cantidad de generaciones anuales de Chaetognatha disminuye desde el ecuador hacia los polos, en las latitudes bajas la reproducción puede ocurrir más o menos



continuamente, durante todo el año sin interrupciones, mientras que en los polos suele haber un solo periodo reproductivo anual.

En cuanto a los apendicularios y nemátodos se han registrado al sureste del Golfo de México (Suárez-Morales *et al.*, 2013) y en la desembocadura del río Jamapa, Veracruz (Contreras-Espinoza, 2016). Flores y Campos (2006), analizó la composición y distribución de apendicularias en dos zonas en el sur del Golfo de México: la plataforma continental frente al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta y la Laguna de Términos (G-U-T) y el Cañón de Campeche (CC), en el cual se determinó la presencia de tres géneros. También menciona que la distribución y abundancia de las especies registradas parece obedecer a dos factores fundamentalmente, el sistema de corrientes prevalecientes en el periodo de estudio y el efecto de la descarga de aguas de la Laguna de Términos, así como a la depredación por quetognatos (Castán-Aquino, 2013), lo cual coincide con nuestros resultados pues en los años de muestreo se presentan abundancias mayores de quetognatos y menores de apendicularios.

Flores-Coto *et al.* (2010), menciona que las diferentes poblaciones de la misma especie pueden adaptarse a diferentes juegos en función a su localidad. Tomita *et al.* (2003), sugieren que la salinidad y la temperatura en el área de estudio tienen un efecto más obvio en la distribución de grandes variaciones estacionales en las descargas de aguas continentales, procesos de mezcla, corrientes, curvas y otras actividades relacionadas con el clima (Flores-Coto *et al.*, 2010). Esnal (1981), menciona que los apendicularios son unos de los miembros más conspicuos del zooplancton, encontrándose ampliamente distribuidos en todos los océanos. Se encuentran en mar abierto, pero son más abundantes en las aguas de plataforma y en la capa de 0 a 100 m de profundidad, la gran mayoría de las especies prefieren aguas cálidas.

Por su parte, los rotíferos y cladóceros son organismos que se distribuyen principalmente en aguas continentales y una mínima parte en aguas marinas, la mayoría son de vida libre, generalmente solitarios, pero hay especies que conforman colonias de varios tamaños (EcuRed, 2018), es por ello que los mayores registros de estos organismos son en aguas dulceacuícolas (Conde-Porcuna *et al.*, 2004) como en el embalse de Morelos. La poca abundancia de rotíferos puede deberse al tamaño de la abertura de malla, debido a que fue de 363 μm y en trabajos realizados específicamente con estos organismos se utiliza una red con abertura de malla de 50 μm (Gutiérrez y Sarma, 1999). Estudios previos han mostrado que la abundancia de rotíferos guarda una estrecha relación con la temperatura, ya que esta influye de manera determinante en sus procesos reproductivos (Zanatta, 1995). Zanatta *et al.* (2003), sugieren que los cambios observados en la distribución y abundancia de los rotíferos podrían, también,



involucrar factores biológicos, como la disponibilidad de alimento, la competencia y la depredación. En cuanto a los cladóceros Ramírez (1996), menciona que los cladóceros son sensibles en mayor o menor grado a las condiciones ambientales, lo cual determina que su distribución esté ligada a la influencia de ciertas variables hidrológicas, en especial temperatura y salinidad. La amplitud térmica, así como la aceptación de un amplio intervalo de salinidades constituyen una importante adaptación que favorece la distribución estuarina para algunas especies. Según Bar (2010), los factores que pueden determinar la aparición de algunos cladóceros como *Daphia* son la disminución del alimento, variaciones de temperatura, sequía y alteraciones ecológicas, mientras que Ramírez (1981), menciona que la deriva de los cladóceros por las corrientes marinas está generalmente acompañada por gradientes termohalinos que posibilitan su colonización temporal, tomando imprecisos los límites regionales. Los cladóceros están relacionados, en algunos casos, con corrientes oceánicas, por las que llegan a ocupar posiciones intercontinentales.

En cuanto a los foraminíferos planctónicos, son organismos exclusivamente marinos de vida solitaria. Jamás fueron hallados en aguas dulces ni en las sobresaturadas de sales. En su mayoría no toleran salinidades menores a 32 y 33 ups y mayores a 41-42 ups (Boltovskoy, 1981). Waller y Polski (1959), mencionan que la salinidad mínima que pueden tolerar los foraminíferos planctónicos es de 27 ups. Este tipo de organismos evitan las aguas costeras, sobretodo en aquellos lugares donde existe una amplia plataforma continental, esto debido a su preferencia por las aguas limpias, sin material de suspensión y con una salinidad normal (Boltovskoy, 1981).

Otros grupos registrados en el sistema fueron los bivalvos y gastrópodos, lo cual coincide con Contreras-Espinosa *et al.* (2002), quienes hacen una caracterización de algunas lagunas de Veracruz y reporta que en el mismo sistema se han colectado cerca de 32 especies de moluscos, al igual que se han reportado en otras lagunas como Tamiahua, La Mancha, Alvarado, Grande, Pueblo Viejo, Sontecomapan, etc.

No obstante, los anfípodos, poliquetos, tanaidáceos, sergéstidos, mísidos e isópodos han sido reportados no sólo en esta laguna, sino también en muchas otras de la República Mexicana, por ejemplo, Mecalco-Hernández *et al.* (2018), registran anfípodos en la laguna La Mancha, Veracruz; Contreras y Castañeda (2004), reportan aproximadamente 64 especies de poliquetos en la laguna de Tamiahua y Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), en la laguna de Coyuca, Guerrero. Por su parte, Pantaleón-López *et al.* (2005), reportan presencia de varios grupos en el complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca como son anfípodos, poliquetos, tanaidáceos, cirripedios y mísidos, en donde éstos últimos



son los menos representados. En términos de distribución y abundancia, estos grupos son los menos representados debido a que son grupos de hábitos hiperbentónicos, epibentónicos y suprabentónicos, habitando justo sobre la superficie del sedimento, sin embargo, algunos son estrictamente pelágicos en aguas costeras y oceánicas (Vilas, 2015), así también, puede deberse a la influencia que ejerce la marea sobre la circulación lagunar a través de la mezcla y turbulencia que provoca, pues los transporta a la superficie por movimientos migratorios debido a la escasa profundidad de la laguna (Pantaleón-López *et al.*, 2005).

Generalmente una mayor dominancia involucra especies con poblaciones muy numerosas, de crecimiento rápido, alta tasa de reproducción, ciclo de vida corto, bajo almacenamiento de tejido corporal por individuo y sumamente resistentes a las fluctuaciones de las características ambientales. De acuerdo con los registros, los organismos de mayor dominancia fueron los copépodos, pues estos presentan ciclos de vida cortos, gran producción de huevos, elevada fecundidad, eclosión y supervivencia (Puello-Cruz *et al.*, 2008). Dichos resultados concuerdan con Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), mencionan que los copépodos constituyeron el 86.8 % del total, las especies dominantes fueron *Ergasilus* sp., *O. nana* y *P. culebrensis*; otros elementos importantes fueron las zoeas de Thalassinidae (8.22%). Mecalco-Hernández (2018), menciona que el zooplancton dominante comprendió cuatro especies de copépodos (*Acartia tonsa*, *Pseudodiaptomus pelagicus*, *Tortanus setacaudatus* y *Temora turbinata*). Algunos copépodos presentan gran adaptabilidad a condiciones controladas, el resto del zooplancton dominante estuvo representado por larvas zoea de braquiura, larvas megalopa (principalmente *Callinectes* spp.), otras larvas de decápodo, anfípodos (principalmente *Gammarus* spp.) y huevos de pez. Dichos resultados han sido también contradictorios en cuanto a los huevos de pez, debido a que estos organismos fueron los menos dominantes en el SLM, pero hay que tener en cuenta que en las muestras de los trabajos mencionados no hay dominancia de ctenóforos o cnidarios, mientras que en nuestras muestras sí, lo que confirma que hay una relación depredador-presa.

En cuanto a los organismos de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos, esto concuerda con Castán-Aquino (2013), quien obtuvo que los organismos de mayor valor de importancia ecológica fueron los copépodos calanoides debido a que presentaron la mayor densidad, una alta frecuencia y una gran dominancia. Así también, Cabral-Tena (2007), registra a la Clase Copepoda como la de mayor valor importancia ecológica en la Laguna de Sontecomapan, mientras el menor valor fue para los ostrácodos.



Los resultados de diversidad fueron comparados con Castán-Aquino (2013), quién de igual manera estimó la diversidad de la comunidad zooplanctónica, en donde, el promedio de sus años fue de 1.24 bits a 1.65 bits, con valores mínimos de 0.1511 bits y máximos de 2.58 bits, es decir, los valores promedio de diversidad en densidad fueron mayores a los registrados, excepto por el 2015 (1.53 bits) quién resulta menor, además, los valores de diversidad en biomasa superan la diversidad establecida en el Sistema Lagunar de Mandinga por Castán-Aquino (2013).

Las causas que originan la diversidad ecológica son un fenómeno sumamente complejo que se ha abordado desde varias perspectivas por numerosos científicos. En términos generales, se reconocen que la estabilidad de los factores ambientales tiene especial importancia en los procesos selectivos y el establecimiento de una elevada diversidad. Por lo anterior, una baja diversidad se relaciona con sistemas inestables, ya sea por sus propias características o resultados de perturbaciones externas. En los ecosistemas que se caracterizan por su inestabilidad, como es el caso de los estuarios, se presentan fenómenos que limitan el proceso de diversidad, esto es, que tienden a favorecer la presencia de pocas especies, pero abundantes, que se han adaptado exitosamente a las condiciones ambientales (Contreras y Castañeda, 2004).

Bajo esta óptica, los ecosistemas costeros se caracterizan por poseer un ambiente de continuos cambios, derivado de los efectos hidrológicos que resultan del encuentro de dos masas de agua de diferente origen y propiedades fisicoquímicas, lo que en un principio limita la diversidad. Sin embargo, también trae como consecuencia la presencia espacio-temporal de diversos hábitats que permiten el establecimiento de organismos, poblaciones e incluso comunidades con diferentes requerimientos. Desde un enfoque espacial, el hecho de que existan áreas de influencia dulceacuícola permanente propicia la colonización de organismos de origen acuático continental; por el otro lado, la persistencia del efecto mareal provee especies de estirpe marina (Contreras y Castañeda, 2004); (Contreras–Espinosa *et al.*, 2002). Así también los altos o bajos valores de diversidad pueden deberse a que los organismos compiten por los recursos, en dónde, el hábitat debe ser tal que una especie este más limitada por un recurso y las otras, más limitadas por el otro. En este sentido, el consumo de cada uno de los organismos también influye en la variación de la diversidad, pues cada grupo debe alimentarse de lo que más limita su propio crecimiento (Begon *et al.*, 2006).

La composición de todos estos grupos zooplanctónicos registrados puede atribuirse a los factores abióticos como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, flujo de agua dulce, estratificación y la influencia que ejerce la marea sobre la circulación lagunar a través de la mezcla y turbulencia que provoca, así como por



factores biológicos, entre los que se incluyen, limitación de alimento, depredación y competencia, o por la combinación de estos factores (David *et al.* 2005; Takahashi *et al.* 2014). Asimismo, muchas especies del zooplancton pueden variar sus profundidades de residencia, durante diferentes estadios de desarrollo, presentando migraciones ontogénicas, proceso en el cual a medida que las especies mudan y pasan de un estadio a otro, cambian su profundidad de residencia. Estos desplazamientos de distribución vertical ocurren estacionalmente, por lo que se les ha denominado también migraciones estacionales (Mujica *et al.* 2013; Mecalco-Hernández *et al.*, 2018). A escala local, la distribución de los organismos planctónicos es discontinua debido a la influencia de variables ambientales como la temperatura y la salinidad, así como por las estructuras hidrográficas, el alimento disponible, entre otros factores, de tal modo que el zooplancton no se distribuye de manera homogénea, sino que presenta una distribución en parches, con zonas contiguas de alta y baja abundancia (Witman y Roy, 2009; Molinero *et al.*, 2008, Contreras-Espinoza, 2016).

Los organismos colectados se presentaron en profundidades (de 105.83 cm a los 203.33 cm) y en zonas de transparencia (de 55.60 a los 89.23 cm) muy variadas. Su temperatura promedio va de los 25.93 °C a los 29.61 °C, en donde la mayor parte de los organismos se presentaron en temperaturas que van de los 26 °C a los 27 °C; las salinidades promedio van de entre 24.79 ups a los 28.47 ups, en donde la mayor parte de los organismos se encontraron en salinidades entre 26 ups a los 27 ups; el oxígeno disuelto promedio va de entre 7.03 mg/L a los 9.47 mg/L, en donde la mayor parte de los organismos se encontraron en concentraciones que van de los 8 mg/ L a los 9 mg/ L, finalmente el pH promedio va de entre 7.90 a los 8.09. Estos resultados muestran que los organismos zooplanctónicos tienen una mayor densidad en temperaturas altas, al igual que en altas concentraciones de oxígeno y salinidad.

Gil-Zurita (1995), menciona que el oxígeno disuelto presenta una mayor variabilidad en sus zonas muestreadas, mientras la salinidad es muy estable. De igual manera, de acuerdo al análisis de componentes principales, concluye que la salinidad en combinación con la temperatura fueron factores limitantes de la distribución de los organismos en las áreas de estudio. Así también, Castán-Aquino (2013), realiza un análisis de componentes principales (PCA) en donde menciona que la distribución de los organismos zooplanctónicos está asociada a la combinación de la temperatura y la salinidad. Regularmente, la distribución del zooplancton está definida por la salinidad, pero en esta laguna, la salinidad mostró un comportamiento muy homogéneo por temporada climática, por lo que los parámetros determinantes fueron el oxígeno disuelto y la temperatura (Cabral-Tena, 2007).



Por su parte, la transparencia puede considerarse un indicador de la abundancia de fitoplancton y materia orgánica presente en el lago, elementos fundamentales en la dieta de los organismos zooplanctónicos (Zanatta, 1995).

Gómez (1965), concluye que la temperatura no influye en la ecología del plancton estuarino; que la salinidad parece favorecer el incremento de las diatomeas aunque se notó la existencia de algunos géneros plenamente salobres; que los cambios bruscos de la salinidad afecta a las larvas de crustáceos y favorece a los copépodos; que los huevecillos y embriones de peces son más abundantes en invierno y los estados juveniles en primavera, principalmente en las facies polihalinas; por lo tanto, entre los factores analizados parece ser que la salinidad es la norma de la distribución del plancton.

Pantaleón-López *et al.* (2005), mencionan que la composición de la comunidad zooplanctónica estuvo condicionada por la salinidad y la tasa de intercambio de agua entre la laguna y el mar. Álvarez-Cadena *et al.* (2007), realizan un análisis ACC (Análisis de Correlación Canónica) entre las variables hidrobiológicas del medio y la abundancia de los principales grupos del zooplancton y estableció que la varianza explicada que relación entre ambos. Asimismo, el análisis anterior permitió registrar la relación de larvas de equinodermos y quetognatos con la biomasa zooplanctónica y la clorofila a; las medusas y larvas de cirripedios con la temperatura y el oxígeno disuelto; los protozoarios y huevos de peces se con la salinidad, mientras que los copépodos mantuvieron relación con casi todas las variables del medio. Hernández-Trujillo *et al.* (2010), analizaron muestras de zooplancton de 16 campañas oceanográficas provenientes de bahía Magdalena, Baja California, identificando 26 grupos taxonómicos, donde menciona que las fluctuaciones de abundancia de zooplancton estuvieron relacionadas con cambios en la temperatura superficial del mar.

Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013), determinaron correlaciones positivas significativas ($p < 0.05$) entre la temperatura y la salinidad con la abundancia del zooplancton.

Se ha determinado que la información sobre dicha comunidad en todos los ambientes acuáticos de México se encuentra muy dispersa y discontinua, además de no mencionar la biodiversidad que presenta el sistema estudiado, pues hay enfoque a ciertos taxones que son considerados los más dominantes, por ejemplo, copépodos, así también, ocurre un enfoque a estudios de aguas continentales, principalmente, dejando menos estudiado a los organismos marinos y lagunares-costeros. Se recomienda seguir el estudio de esta comunidad pues como ya se ha mencionado, se ha encontrado pocos trabajos relacionados con todos los organismos zooplanctónicos que se colectan para un sistema, principalmente lagunares costeros. De preferencia, seguir la investigación en este mismo sistema,



debido al efecto que tiene estos sistemas en esta comunidad, pues al ser una laguna costera hay un cambio de masas de agua tanto continentales como marinas, lo que provoca que haya un cambio en los parámetros fisicoquímicos, los cuales influyen en la comunidad. También, debido a los altos valores registrados de distribución en densidad y biomasa de los organismos zooplanctónicos, además, de que su riqueza aumentó en el último año y su diversidad tanto en densidad como en biomasa fue mayor que en años pasados. Estos datos obtenidos podrían ayudar a trabajos de hábitos alimentarios de organismos de niveles superiores en la misma laguna.



Conclusiones

- ✧ El Sistema Lagunar de Mandinga es considerado un sistema somero, cálido, polihalino, hiperóxico, ligeramente alcalino.
- ✧ Se identificaron 30 grupos pertenecientes a nueve Phylum: Foraminifera, Ctenophora, Rotífera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha y Chordata.
- ✧ Los organismos con mayor densidad fueron los copépodos calanoides, mientras que los que tienen menor densidad fueron los isópodos.
- ✧ Los organismos más frecuentes fueron los copépodos calanoides y larva zoea, mientras los menos frecuentes fueron los isópodos y rotíferos.
- ✧ Los organismos más dominantes fueron los copépodos calanoides y ctenóforos, mientras los menos dominantes fueron los huevos de crustáceo y rotíferos.
- ✧ En cuanto a la densidad, el año de mayor diversidad fue el 2011 con 1.81 nits, mientras que el de menor diversidad fue el 2015 con 1.06 nits.
- ✧ En cuanto a la biomasa, el año de mayor diversidad fue el 2011 con 2.4 nits, mientras que el de menor diversidad fue el 2013 con 1.3 nits.
- ✧ En el SLM se notó un aumento en su diversidad, sin embargo, esta se sigue considerando baja.
- ✧ Algunos parámetros fisicoquímicos que pueden determinar la distribución en densidad y biomasa son la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, además de factores biológicos, entre los que se incluyen, limitación de alimento, depredación y competencia, o por la combinación de ambos tipos de factores.



Literatura citada

- Acosta, F. 2005. Caracterización del zooplancton de lagunas en la llanura inundable del río Ichilo (Cochabamba-Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. 17: 01-14.
- Álvarez, S. C. 1996. Lista de copépodos (Crustácea: Copepoda) de las lagunas costeras y zona arrecifal de Veracruz, México, de 1963 a 1987. *Cuad. Mex. Zool.* 2 (1): 17-22.
- Álvarez-Cadena, J. N., M. E. Islas-Landeros y E. Suárez-Morales. 1996. A preliminary zooplankton survey in a mexican caribbean eutrophic coastal lagoon. *Bulletin of Marine Science*. 58 (3): 694-708.
- Álvarez-Cadena, J. N., U. Ordóñez-López, D. Valdés-Lozano, A. R. Almaral-Mendivil y A. Uicab-Sabido. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 421-430.
- Álvarez-Silva, C. y S. Gómez-Aguirre. 2000. Lista de copépodos (Crustacea) de las lagunas costeras de Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 10 (2): 161-168.
- Álvarez-Silva, C. y M. del R. Torres-Alvarado. 2013. Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México. *Hidrobiológica*. 23 (2): 241-249.
- Álvarez-Silva, C., G. Miranda-Arce, G. De Lara-Isassi y S. Gómez-Aguirre. 2006. Zooplancton de los sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas, en época de secas y lluvias. *Hidrobiológica*. 16 (2): 175-182.
- Aragón, J. R. C. 2014. Transparencia y colores de las aguas: de la hulla blanca a las autopistas azules. <file:///F:/Datos%20de%20tesis/Referencias%20nuevas/Aragón,%202014.pdf>. [Consultado: 05 de Enero del 2019].
- Arreguín-Sánchez, F. 1978. Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Ver., México. *Resúmenes del VI Congreso Nacional de Oceanografía*. México. 80 p.
- Arreguín-Sánchez, F. 1982. Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Veracruz, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*. 26 (1-4): 111-134.
- Ayala-Rodríguez, G. A., u. Ordóñez-López, C. Meiners y M. Marín-Hernández. 2016. Listado taxonómico, aspectos ecológicos y biogeográficos de las larvas de peces del Sistema Arrecifal Veracruzano, Suroeste del Golfo de México (junio 2011-junio 2013). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 52 (2): 255-264.



- Balbontín, F., B. Campos, A. Mujica y J. C. Saavedra-Nievas. 2009. Distribución de larvas de algunos invertebrados y huevos de peces en relación con factores físicos en fiordos patagónicos. *Ciencia y Tecnología del Mar*. 32 (1): 49-70.
- Bar, M. E. 2010. *Reproducción y desarrollo del Subphylum Crustacea*. Biología de Artrópodos.
- Barba, E. M. 1999. Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica*. 9 (2): 103-116.
- Begon, M, C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing. 4a ed. 800 p.
- Belmonte, G. y D. Potenza. 2001. Biogeography of the family Acartiidae (Calanoida) in the Ponto-Mediterranean Province. *Hydrobiologia*. 453/454: 171-176.
- Boehlert, G. W. y B. C. Mundy. 1993. Ichthyoplankton assemblages at seamounts and oceanic islands. *Bulletin of Marine Science* 53 (2): 336-361.
- Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- Boltovskoy, E. 1981. Foraminifera. 317-352 pp. En: Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- Bonilla-Coello, M. A. 2003. Distribución de copépodos en una estación fija en el estuario interior del Golfo de Guayaquil: 2000-2002. *Revista Tecnológica*. 16 (1): 84-89.
- Boxshall, G. A. 2006. La vida en suspensión: El plancton. 97-117 pp. En: Boxshall, G. A. 2006. *La exploración de la biodiversidad marina: desafíos científicos y tecnológicos*. Fundación BBVA. 117 p.
- Brinson, M. M. 1993. *A hydrogeomorphy classification for wetlands, technical report, WRP-DE-4*. US Army Corps of Engineers (Vicksburg, Mississippi). 103 p.
- Briseño, A. C., B. Brynne, N. B. Carmona, J. C. Carrasco, R. Carvajal, I. Cerón, J. L. Esquivel, L. M. Figueroa, T. Greaver, J. C. Huertas, A. López, L. D. Luzzatto, J. D. Martínez, D. Osorio, T. E. Romero, A. M. SanJuan y J. R. Torres. 2002. *Caracterización ecológica y dinámica ambiental del Sistema Lagunar-Estuarino La Mancha Veracruz, México*. Ecología de Ecosistemas Costeros Tropicales. Instituto de Ecología S. A. 291-301 pp.
- Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. Von-Ende. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4ª ed. Mc Graw-Hill. USA. 273 p.
- Cabral-Tena, R. A. 2007. *Hidrología del Sistema Lagunar de Sontecomapan, Veracruz durante la temporada de secas y lluvias 2005 y secas 2006*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 97 p.



- 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. *Mem. XIII Simp. Biol. de Campo*. 24.
- Carriker, M. R. 1967. Ecology of estuarine benthic invertebrates: a perspective. *Estuaries. Publ. Amer. Ass. Adv. Sci. Lauff, G. H.* 83: 442-484.
- Castán-Aquino, Y. I. 2013. *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 Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 129 p.
- Castañeda-Morales, J. 2013. *Caracterización y evaluación ecológica de la ictiofauna en los estadios larva, juvenil y adulto del Sistema Lagunar de Mandinga durante la temporada de secas del año 2009*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 193 p.
- Cifuentes, L. J. L., P. Torres-García y M. Frías. 1997. Zooplancton permanente y zooplancton temporal. 40-52 pp. En: Cifuentes, L. J. L., P. Torres-García y M. Frías. 1997. *El océano y sus recursos: V Plancton*. Fondo de Cultura Económica. 100 p.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E: Plymouth. 177 p.
- Conde-Porcuna, J. M., E. Ramos-Rodríguez y R. Morales-Baquero. 2004. El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*. 13 (2): 23-29.
- Contreras-Espinosa, F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo y Secretaría del Medio Ambiente, México. 253 p.
- Contreras-Espinosa, F. 2001. *Caracterización de lagunas costeras mexicanas a través de variables ecológicas seleccionadas*. Tesis de doctorado (Ciencias Biológicas). Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México. 95 p.
- Contreras, E. F. y O. Castañeda. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias*. 76: 46-56 p.
- Contreras-Espinosa, F., O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2002. Caracterización e importancia de las lagunas costeras. 31-43 pp. En: Guzmán-Amaya, P., C. Quiroga-Brahms, C. Díaz-Luna y D. Fuentes-Castellanos. (Coord.). *La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca, Universidad Veracruzana. 434 p.
- Contreras-Espinoza, L. 2016. *Variación espacio-temporal de la estructura comunitaria del zooplancton y su relación con las variables hidrográficas en la desembocadura del río Jamapa, Veracruz, en dos temporadas climáticas (nortes y lluvias)*. Tesis de



- Maestría (Ecología y Pesquerías). Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana. 102 p.
- Contreras-Olvera, D. M. 2016. *Propuesta de rehabilitación del sistema de lagunaje para el tratamiento de aguas residuales de la cabecera cantonal de Palestina*. Tesis de Maestría (Gestión Ambiental). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. 71 p.
- Cortés-Lacomba, R., C. Álvarez-Silva y F. Gutiérrez-Mendieta. 2013. Listado actualizado de las medusas de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Hidrobiológica*. 23 (2): 209-217.
- David, V., S. Sautour, C. Pierre y M. Leconte. 2005. Longterm changes of the zooplankton variability in a turbid environment: The Gironde estuary (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 64: 171-184.
- De Ciechowski, J. D. 1981. Ictioplancton. 829-860 pp. En: Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- De la Lanza, E. G. 1994. Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano. 127-198 pp. En: De la Lanza, E. G. y C. Cáceres. 1994. *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 531p.
- De la Lanza, E. G. y C. Cáceres. 1994. *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 531 p.
- De Sylva, D. P. 1985. Nektonic food webs in estuaries. Chap. 11: 233-246 pp. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. 654 p. DR (R) UNAM press. México 1985.
- EcuRed. 2018. *Rotíferos*. Available from <file:///G:/Rot%C3%ADferos%20-%20EcuRed.html.> [Consultado: 22 de Noviembre del 2018].
- Escribano, R. y L. Castro. 2004. Plancton y productividad. 289-302 pp. En: Werlinger, C., K. Alveal y H. Romo. 2004. *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y procesos*. Gobierno de Chile, Consejo Nacional del Libro y la Lectura. 696 p.
- Esnaol, G. B. 1981. Appendicularia. 809-827 pp. En: Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- Fiuman, L. A. 2002. Special considerations of fish eggs and larvae. Chapter 1. In: Fiuman, L. A. y R. G. Werner (Eds). *Fishery Science. The unique contributions of early life stages*. Blackwell Science Ltd., New York. pp. 1-32.
- Flores, C. C. y Campos T. O. 2006. Distribución de las apendicularias, en dos zonas de diferente dinámica, en el sur del Golfo de México *Res. XIV Reunión Nacional de la SOMPAC*. Morelia, Mich., 30 de mayo al 2 de junio.



- Flores-Coto, C. y M. de L. Méndez. 1981. Contribución al conocimiento del ictioplancton de la laguna de Alvarado, Veracruz. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 46 p.
- Flores-Coto, C., L. Sanvicente-Añorve y M. Sánchez-Ramírez. 2010. Distribución y diversidad de apendicularias en el sur del golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 123-131.
- Flores-Coto, C., M. de la L. Fuentes, F. Zavala y L. Sanvicente. 2009. Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un compendio. *Hidrobiológica*. 19 (1): 49-76.
- García-Ortega, D. M. 2013. *Ictiofauna del Sistema Lagunar de Mandinga Veracruz, México: composición, distribución y abundancia*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 338 p.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, 5ª ed. Instituto de geografía UNAM. México. 98 p.
- Garrido, G. G. 2006. *Estructura de la comunidad zooplanctónica del embalse Yacyretá en las etapas del posllenado 1996-1998*. Actas del IV Congreso Argentino de Presas y Aprovechamiento Hidroeléctricos. Posadas, agosto 2006. 1-11 p.
- Gil-Zurita, A. 1995. *Consideraciones sobre la composición y abundancia zooplanctónica y su relación con los parámetros fisicoquímicos en la zona económica exclusiva de Veracruz y Tamaulipas, México durante el verano de 1980*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 89 p.
- Golden Software, inc. 2002. *Surface Mapping System*. Golden Software Inc. 1866 14th ed. street, Golden Colorado 80401-1866. U. S. A.
- Gómez, A. S. 1965. *Comportamiento estacional del plancton de la laguna de Términos, Campeche, México (Resultados preliminares)*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 100 p.
- Gutiérrez, M. E y S. S. S. Sarma. 1999. *Zooplankton de sistemas acuáticos epicontinentales mexicanos en la región central de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H112. México D. F.
- Harbison, R. 1996. Ctenophora. 101-147 pp. En: Gasca, R. y E. Suárez. 1996. *Introducción al Estudio del zooplancton marino*. ECOSUR-CONACYT. 711 p.
- Hernández-Trujillo, S., G. Esqueda-Escárcega, J. R. Hernández-Alfonso y R. Pacheco-Chávez. 2010. Variación diaria de la abundancia del zooplancton en Bahía Magdalena, B. C. S. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 913-920.
- Hulsemann, K. 1996. Copepoda. 250-295 pp. En: Gasca, R. y E. Suárez. 1996. *Introducción al Estudio del zooplancton marino*. ECOSUR-CONACYT. 711 p.
- Huys, R., J. M. Gee, C. G. Moore y R. Hamond. 1996. Marine and brackish water harpacticoid copepods. Part I. En: *Synopsys of the British fauna (New Series)*. 5. Cambridge University Press, Cambridge: 1-352.



- INEGI. 1990. *Hidrografía*. Escala 1: 4, 000, 000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. México.
- INEGI. 2009. *Guía para la interpretación de cartología climatológica*. Instituto Nacional de Estadística y Geográfica. México. 322 p.
- INEGI. 2010. *Carta topográfica*. Hoja México. Escala: 1: 50, 000. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. México.
- INEGI. 2016. *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación*. Escala: 1: 250, 000. En: <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>. [Consultado: 25 de Septiembre del 2018].
- Islas, G. A. 2005. *Distribución de la abundancia y variaciones morfológicas de Blackfordia virginica (Cnidaria: Hydrozoa) en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México*. Informe de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 20 p.
- Kimmerer, W. J. y D. McKinnon. 1987. Growth, mortality, and secondary production of the copepod *Acartia tranteri* in Western port Bay, Australia. *Limnology and Oceanography*. 32 (1): 14-28.
- Kinne, O. 1970. *Marine Ecology. A comprehensive integrated treatise on life in oceans and coastal waters*. Vols. 1 & 2. Environmental factors. Willey-Interscience London. 681 p.
- Krebs, C. J. 2014. *Ecological methodology*. 3rd ed. (in prep.).
- Lara-Domínguez, A. L., J. López-Portillo, R. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México, D.F. 11 p.
- Lara, D. A. L., F. Contreras, O. Castañeda-López, E. Barba-Macías y M. A. Pérez-Hernández. 2014. Lagunas costeras y estuarios. 301-318 pp. En: Estudio de caso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. *La biodiversidad en Veracruz: Estudio De Estado*. Estudio de caso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Veracruzana (UV). Instituto de Ecología AC (INECOL). 571 p.
- Leis, J. M. 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bulletin of Marine Science*. 53 (2): 362-392.
- Loman-Ramos, L., U. Ordóñez-López y L. Segura-Puertas. 2007. Variación espacial de la comunidad de medusas (Cnidaria) del sur del Golfo de México, durante el otoño de 1999. *Hidrobiológica*. 17 (1): 203-212.
- Marancik, K. E., L. M. Clough y J. A. Hare. 2005. Cross-shelf and seasonal variation in larval fish assemblages on the southeast United States continental shelf off the coast of Georgia. *Fishery Bulletin*. 103: 108-129.



- Margalef, R. 1969. Lagunas Costeras, un simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28.-30, 1967. México, D. F: 545-562, 3 FIGS. (1969).
- Mecalco-Hernández, A., M. A. Castillo-Rivera, L. Sanvicente-Añorve, C. Flores-Coto y C. Álvarez-Silva. 2018. Variación estacional y nictímera en la distribución del zooplancton dominante en una laguna costera tropical. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 53 (1): 39-49.
- Melic, A. 2015. Orden Isopoda: Introducción. Especies acuáticas. *Revista electrónica IDE@-SEA*. 77: 1-14.
- Mitsch, W. y J. Gosselink. 2000. Wetlands. United States of America. John Wiley & Sons, Inc.
- Molinero, J., F. Ibanez, S. Souissi, E. Bosc y P. Nival. 2008. Surface patterns of zooplankton spatial variability detected by high frequency sampling in the NW Mediterranean. Role of density fronts. *Journal of Marine Systems*. 69 (3-4): 271-282.
- Mujica, A., M. L. Nava, M. Saavedra, J. Pereira y A. Vargas. 2013. Distribución y abundancia de larvas de *Munida gregaria* (Fabricius, 1793), *Sergestes arcticus* Kröyer, 1855 y *Neotrypaea uncinata* (H. Milne-Edwards, 1837) entre Puerto Montt (41°30'S) y Laguna San Rafael (46°30'S), sur de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 41 (5): 828-838.
- Ocaña L. A., S. Gómez, C. Álvarez y M. Sánchez. 2001. Fauna de medusas (Hydrozoa y Scyphozoa) de lagunas costeras del Golfo de México. *Res. XVI Congreso Nacional de Zoología*. 28 de Oct. al 1ro. de Nov., Zacatecas, Zac.
- Ordoñez-López, U. y M. Ornelas-Roa. 2003. Variaciones de la comunidad de copépodos pláncnicos en el gradiente estuarino-costero de Celestún, Yucatán, México. *Hidrobiológica*. 13 (3): 231-238.
- Pantaleón-López, B., G. Aceves e I. A. Castellanos. 2005. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76: 63-70.
- Perea-Prianti, N. A. 2006. *Variación espacio temporal del zooplancton del Parque Nacional Isla Contoy durante la temporada de lluvias*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Izacala. UNAM. México. 61 p.
- Puello-Cruz, A. C., B. González-Rodríguez y A. García-Ortega. 2008. *Investigación en producción y uso de copépodos en larvicultura marina*. Avances en la Nutrición Acuícola IX. IX Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Ramírez-Ávila, L. 1997. *Quetognatos planctónicos de la Laguna Arrecifal de Puerto Morelos, Q. Roo*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 73 p.



- Ramírez, F. 1981. Cladocera. 533-542 pp. En: Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- Ramírez, F. C. 1996. Cladocera. 191-211 pp. En: Gasca, R. y E. Suárez. 1996. *Introducción al Estudio del zooplancton marino*. ECOSUR-CONACYT. 711 p.
- Ramírez, F. C. y M. O. Zamponi. 1981. Hydromedusae. 443-469 pp. En: Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 936 p.
- 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.
- Reyes-Ascencio, O. U. 2011. *Hidrología del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, durante las temporadas climáticas de secas y lluvias 2008 y secas 2009*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México. 135 p.
- Rodríguez-Varela, A. del C. y A. Cruz-Gómez. 2002. Ictioplancton en los ecosistemas estuarino-lagunares. 85-95 pp. En: Guzmán, A. P., C. Quiroga, B. C. Díaz, D. Fuentes, C. M. Contreras y G. Silva. 2002. *La pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Veracruzana. México. 460 p.
- Rodríguez-Varela, A. del C., A. Cruz-Gómez e Y. I. Castán-Aquino. 2013. *El zooplancton de sistemas lagunares costeros*. Editorial Académica Española. 103 p.
- Sabatés, A. 1990. Changes in the heterogeneity of mesoscale distribution patterns of larval fish associate with a shallow coastal haline front. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30: 131-140.
- Salas de León, D., A. Monreal-Gómez, L. Sanvicente-Añorve y C. Flores-Coto. 1998. Influence de la circulation à long terme sur la distribution des organismes zooplanctoniques dans la Baie de Campeche, Mexique. *Oceanologica Acta*. 21 (1): 87-93.
- Sánchez-Amezcu, M. D. 2009. *Estudio de la diversidad y densidad de los copépodos y los cladóceros con relación a las condiciones ambientales del Sistema Laguna de Macoacán, Tabasco, México*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 42 p.
- Sanvicente-Añorve, L., L. A. Soto, M. de la L. Espinosa-Fuentes y C. Flores-Coto. 2006. Relationship patterns between ichthyoplankton and zooplankton: a conceptual model. *Hydrobiologia*. 559: 11-22.
- Southern, I. M. y K. T. Frank. 1991. Comparative persistence of marine fish larvae from pelagic versus demersal eggs off south-western Nova Scotia, Canada. *Marine Biology*. 108: 175-184.



- Suárez-Morales, E. 2000. Copépodos, seres ubicuos y poco conocidos. *Biodiversitas*. 29: 7-11.
- Suárez-Morales, E., U. Ordóñez-López y L. Vásquez-Yeomans. 2013. Las investigaciones de zooplancton marino en el sureste de México (1985-2010): logros y perspectivas institucionales. *Sociedad y Ambiente*. 1 (1): 96-112.
- Takahashi, E., A. Lansac-Tôha, J. Dias y C. Bonecker. 2014. Daily variation of zooplankton abundance and evenness in the Rosana reservoir, Brazil: biotic and abiotic inferences. *Iheringia. Série Zoologia*. 104 (1): 21-31.
- Todaro, M. A. y V. U. Ceccherelli. 2010. Harpacticoida. *Biología Marina Mediterránea*. 17 (1): 452-464.
- Tomita, M., N. Shiga y T. Ikeda. 2003. Seasonal occurrence and vertical distribution of appendicularians in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Journal of Plankton Research* 25:579-589.
- Twilley, R. y R. Chen. 1998. A Water budget and hydrology model of a basin mangrove forest in Rookery Bay, Florida. *Mar. Freshwater Res.* 49: 309-23.
- Vilas, F. C. 2015. Órdenes Mysida y Lophogastrida. *Revista IDE@-SEA*. 81: 1-10.
- Villenas, F. y S. Palma. 2006. *Sagitta chilensis* nueva especie de quetognato en fiordos australes chilenos (Chaetognatha, Aphragmophora, Sergittidae). *Investigaciones Marinas Valparaíso*. 34 (1): 101-108.
- Witman J. y K. Roy. (2009). *Marine macroecology*. E.U.A.: The University of Chicago Press.
- WoRMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. Available from <<http://www.marinespecies.org>> at VLIZ. Doi: 10.14284/170. [Consultado: 1 de Septiembre del 2018].
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. *Ecología de la zona costera: análisis de siete tópicos*. A. G. T. Editor. México D.F. 127-150 pp.
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil y A. L. Lara-Domínguez. 1991. Interacciones ecológicas estuario mar: Estructura funcional de bocas estuarinas y su efecto en la productividad del ecosistema. II Simposio de Ecosistemas da costa sul e sudeste brasileira: Estrutura, Funcao e Manejo. *Academia Ciencias de Sao Paulo*. 71 (4): 49-83.
- Zanatta, S. A. 1995. Composición, abundancia y distribución del zooplancton del lago de Catemaco, Veracruz. Proyecto: Estudio limnológico integral del Lago de Catemaco, Veracruz. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. 18 p.
- Zanatta, S. A., R. B. Torres-Orozco, A. Zavala-Hurtado y M. A. Pérez-Hernández. 2003. Plankton rotifers from a tropical lake: differences in distribution and migration patterns in two mixing events, with similar abiotic condition. *Hidrobiológica* 17(1): 1-10.



Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. 4^a ed. Prentice Hall. Inited States of America. 931 p.