



## Variación espacio-temporal de juveniles de camarón (Decapoda: Penaeidae) en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México

## Spatio-temporal variation of juveniles of shrimp (Decapoda: Penaeidae) in the Mandinga Lagoon System, Veracruz, Mexico

Asela del Carmen Rodríguez-Varela<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-4594-1969>  [asela@unam.mx](mailto:asela@unam.mx)

Omar Alfredo Barreto-Segura<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-9681-9197> [omarbarreto26@rcastellanos.cdmx.gob.mx](mailto:omarbarreto26@rcastellanos.cdmx.gob.mx)

Rafael Chávez-López<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0936-7365> [rafaelcl@unam.mx](mailto:rafaelcl@unam.mx)

Horacio Vázquez-López<sup>4</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7209-1592> [hvazquez@unam.mx](mailto:hvazquez@unam.mx)

Sergio Cházaro-Olvera<sup>5</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0667-0043> [schazaro@gmail.com](mailto:schazaro@gmail.com)

Ángel Morán-Silva<sup>6</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7545-2269> [cygamoran@gmail.com](mailto:cygamoran@gmail.com)

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Carrera de Biología, Grupo Académico y de Investigación Acuática (GAIA). Av. De los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. C. P. 54090.

### RESUMEN

Los juveniles de camarón tienen una amplia distribución geográfica que abarca las aguas costeras del golfo de México. Este estudio presenta las variaciones espacio-temporales de juveniles de los camarones blanco, café y rosado en el Sistema Lagunar de Mandinga. Este sistema está caracterizado por hábitats dominados por aguas poco profundas y vegetación sumergida. Los organismos se recolectaron anualmente entre 2008 y 2015. La densidad y biomasa fueron utilizadas para determinar su distribución. Se proporcionan datos fisicoquímicos de los sitios de recolección obtenidos in situ. Se identificaron tres especies: *Penaeus aztecus*, *Penaeus duorarum* y *Penaeus setiferus*. Los juveniles de camarón fueron recolectadas en todos los ciclos de muestreo. Se observaron fluctuaciones a lo largo del tiempo. La densidad y biomasa más bajas se registraron en 2015, y los valores más altos en 2009. Espacialmente, destaca la laguna La Redonda y las áreas al norte y este de Mandinga, donde abunda la vegetación acuática sumergida. En el caso del camarón café, la región sur de Mandinga también es importante, aunque con menor presencia de vegetación. Los camarones se distribuyen espacialmente a lo largo de un gradiente de salinidad, prevaleciendo aguas mesohalinas, someras y cálidas. La abundancia de los estadios larvales y juveniles de camarón sugiere que los hábitats de aguas poco profundas con vegetación sumergida actúan como criaderos funcionales en el sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México.

**Palabras clave:** abundancia; aguas someras; distribución; *Penaeus*; postlarvas; vegetación acuática.

## ABSTRACT

Juvenile shrimp have a wide geographic distribution that encompasses the coastal waters of the Gulf of Mexico. This study presents the spatio-temporal variations of white, brown, and pink shrimp juveniles in this system, characterized by habitats dominated by shallow waters and submerged vegetation. Shrimp were collected annually between 2008 and 2015, and density and biomass were used to determine their distribution. Physicochemical data from the collection sites obtained in situ are provided. Three species were identified: *Penaeus aztecus*, *Penaeus duorarum*, and *Penaeus setiferus*. Juvenile shrimp were collected in all sampling cycles, although fluctuations were observed over time, with the lowest density and biomass recorded in 2015 and the highest values in 2009 for both variables. Spatially, La Redonda lagoon and the areas north and east of Mandinga, where submerged aquatic vegetation is abundant, stand out. However, in the case of brown shrimp, the southern region of Mandinga is also important, although with less vegetation. Shrimp are spatially distributed along a salinity gradient, with mesohaline, shallow, and warm waters prevailing. The abundance of larval and juvenile shrimp stages suggests that shallow water habitats with submerged vegetation act as functional nurseries in the Mandinga lagoon system, Veracruz, Mexico.

**Key words:** abundance; aquatic vegetation; distribution; *Penaeus*; postlarvae; shallow-water.

## INTRODUCCIÓN

El litoral y los ecosistemas costeros del golfo de México albergan una gran diversidad de crustáceos, cuentan con al menos el 58% de las especies registradas a nivel nacional destacando los grupos de la clase malacostraca con 40% de ellas. Dentro de estos últimos se agrupan los decápodos (cangrejos, camarones, etc.), de los cuales se tiene conocimiento de alrededor de 1500 especies en la misma región (García-Madrigal et al., 2012; Álvarez et al., 1999, 2014).

En el golfo de México se han registrado alrededor de 55 especies de camarones carídeos y 17 de camarones peneidos (Sánchez y Soto, 1987). Estos últimos son característicos de las lagunas costeras y estuarios de la región (Romeu, 1996; Rosas et al., 2004; Arvizu-Coyotzi, 2019; Chávez-López et al., 2020), ya que las larvas de dichos crustáceos arriban a estos ecosistemas en busca de refugio y alimento. Los juveniles permanecen en estas zonas salobres con vegetación sumergida y son utilizadas como áreas de crecimiento durante siete a nueve meses, para posteriormente volver como adultos reproductores a la plataforma continental (4-40 m de profundidad) y completar su ciclo biológico (Pérez-Farfante, 1969; Williams, 1984; Alpuche et al., 2005; Barba et al., 2010; Elista-Ramírez, 2018).

En función del complejo ciclo de vida de los camarones, su pesquería es considerada como secuencial (Arreguín-Sánchez et al., 1997) porque se obtiene de manera artesanal en etapas larvales y juveniles en los ecosistemas costeros y mediante embarcaciones industriales en altamar donde se extraen en su fase adulta (Minello y Zimmerman, 1991; Chávez-López et al., 2020), pero es el recurso marino que más divisas aporta al país y por su sabor y textura lo convierten en un verdadero manjar y las ganancias que se obtienen de su pesca lo hacen de gran interés económico (Romeu, 1996).

En Tamaulipas y la parte norte de Veracruz la pesquería de camarón es la más importante, desde el punto de vista socioeconómico. Al cabo de la última década, la captura registrada en dichos estados en conjunto representó aproximadamente el 70% del total del golfo de México, y el 27% del total nacional, lo que la sitúa en el tercer lugar de volumen de captura después de la mojarra y el ostión (Wakida-Kusunoki et al., 2006; Wakida-Kusunoki, 2011). En consecuencia, estos crustáceos enfrentan una gran presión debido a la sobrepesca, mermando cada vez más sus poblaciones.

Por consiguiente, se han creado programas que plantean regular la extracción de los recursos marinos. Tal es el caso de las vedas estacionales que consisten en la prohibición de la pesca en determinada temporada del año, que, por lo general, coincide con el periodo de reproducción o

reclutamiento de aquellas especies sujetas a explotación. Estos programas tienen como objetivo evitar la sobreexplotación del recurso y eventualmente, aumentar su capacidad de resiliencia.

No obstante, en el caso de la pesquería artesanal en las lagunas costeras, la protección del camarón no se relaciona tanto con los periodos de veda, sino con la regulación de la talla mínima de captura, las artes de pesca que se permiten utilizar y, sobre todo con la conservación de su hábitat y las áreas de crianza críticas sobre las que depende la supervivencia de las etapas larvales y juveniles de los camarones en estos ecosistemas (Haas et al., 2004; DOF, 2014).

Otro aspecto fundamental de los camarones es su papel en el mantenimiento de las redes tróficas y la transferencia de energía hacia niveles superiores dentro de los ecosistemas acuáticos, ya que forman parte importante de la dieta de numerosas especies de peces, entre otros grupos relativamente superiores (Padilla-Serrato, 2016).

Ante los inminentes efectos negativos de las actividades humanas sobre los océanos y las costas, se vuelve necesaria la generación de información científica orientada a la evaluación de la salud de los ecosistemas, así como la identificación de aquellas áreas de importancia para el establecimiento y conservación de los grupos biológicos en cuestión. Para tal fin, los estudios que describen los patrones de distribución de las especies y su correlación con las condiciones de su hábitat a través del tiempo figuran como una herramienta poderosa (Cid y Raz-Guzmán, 2011; Trejo, 2015).

Cabe mencionar que el Sistema Lagunar de Mandinga (SLM), ha sido sometido a severos cambios y alteraciones antrópicas como el creciente desarrollo urbano en las inmediaciones del área y sobre todo el constante dragado de canales en la parte norte de la laguna La Larga en los años 2010, 2015 y 2018 por lo menos, con la finalidad de reactivar la comunicación con el mar y propiciar un mejor reciclaje e intercambio de agua del mar y el sistema (Rodríguez-Varela et al., 2019, 2022).

Como la mayoría de los sistemas lagunares estuarinos, el SLM representa una importante área de reclutamiento de camarones juveniles (Lara-Domínguez et al., 2011), entre otros grupos bentónicos. Hecho que ha evidenciado en diversos estudios realizados desde la década de los setenta hasta la actualidad, sin embargo, estos han sido esporádicos y ninguno de ellos se ha enfocado específicamente en las poblaciones de camarones peneidos (Peniche, 1979; Sánchez, 1979; Díaz y Latournerie, 1980; Arreguín-Sánchez, 1982; Reguero y García-Cubas, 1993; Barrera-Escorcia, 2006; Barreto-Segura, 2019; Rodríguez-Varela et al., 2019, 2020).

A diferencia de aquellos sistemas costeros que históricamente se han definido como las principales zonas de explotación del recurso, como el noreste de Tamaulipas y hacia el sur la sonda de Campeche (Castro-Meléndez et al., 1990; Castro y Arreguín-Sánchez, 1991; Barba-Macías, 1999; Ramírez-Rodríguez et al., 2000; Domínguez et al., 2003; Rosas et al., 2004; Wakida-Kusunoki et al., 2005; Ocaña-Luna et al., 2008; Wakida-Kusunoki et al., 2008; Cervantes-Hernández y Gracia, 2011), entre otros sistemas lagunares estuarinos del estado de Veracruz (Sánchez y Soto, 1993; Trejo, 2015; Cházaro-Olvera et al., 2020).

El presente estudio contribuye al conocimiento de las variaciones espacio-temporales de las postlarvas y juveniles de camarones peneidos durante recolectas realizadas entre 2008 y 2015 en el SLM, Veracruz, México, continuando así con los estudios descriptivos previos de la comunidad del zoobentos en la región, correlacionándose con investigaciones previas que han examinado la distribución y abundancia de camarones peneidos en diferentes hábitats y condiciones ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La descripción del Sistema Lagunar de Mandinga (SLM) ha sido ampliamente descrita por Rodríguez-Varela et al. (2019, 2020, 2022) (Fig. 1).

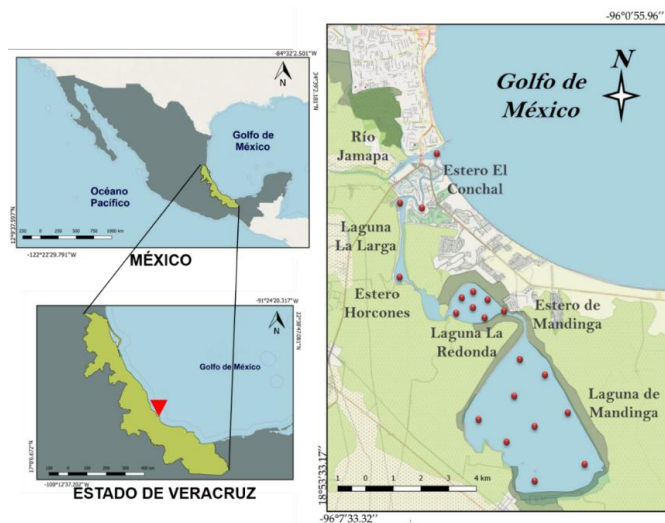


Fig. 1. Localización del SLM y estaciones de muestreo/ Fig. 1. Location of the SLM and sampling stations (Tomado de Rodríguez-Varela, 2019).

Se realizaron muestreos de 2008 a 2015. Se establecieron 13 estaciones o sitios de muestreo por año. En cada sitio de muestreo, se registraron las variables hidrometeorológicas convencionales: profundidad (cm) con un ecosonda portátil Depthmate Speedtech modelo SM-5, transparencia (cm) con un disco Secchi La Motte, temperatura del agua (°C), salinidad (ups) y conductividad (mS/cm) con un multisensor YSI 30, oxígeno disuelto (mg/L) con un oxímetro Waterproof Oakton Serie DO 300 y pH con un potenciómetro Waterproof pH Testr. Se obtuvieron muestras de sedimento usando un nucleador universal WaterMark de 6.8 cm x 7.1 x 120 cm (Poppe et al., 2000; Zaixso, 2002; TEM, 2016).

Las muestras de sedimento fueron lavadas, secadas y tamizadas en seco. Se determinó la cantidad de carbono orgánico total (%), por medio de la técnica de oxidación crómica de Walkley y Black pasando una muestra de sedimento a través de un tamiz de 0.5 mm de abertura. Para la determinación de la textura de sedimento, se utilizó el método de granulometría de Wentworth colocando en un agitador mecánico Ro Tap tamices de 2.0 mm para separar la fracción grava, de 0.0625 mm para arena e inferior a esta para lodos. Los resultados se expresaron en porcentaje de sedimento seco y se determinó el tipo de textura (Wentworth, 1936; Poppe et al., 2000; Muñoz-Iniestra et al., 2011).

Los organismos fueron recolectados con una red Renfro de 70 cm x 140 cm con una abertura de malla de 700  $\mu$ m y con un chinchorro de 30 m de longitud con 1.5 m de alto y una abertura de malla de 0.635 cm (Zaixso, 2002; TEM, 2016). Los organismos capturados se fijaron en formol al 10% en frascos de plástico debidamente etiquetados y trasladados al laboratorio de Oceanografía Costera en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Fueron separados e identificados hasta nivel de especie utilizando las claves de Pérez-Farfante (1969), Holthuis (1980), Williams (1984), Rocha-Ramírez et al. (1996); Pérez-Farfante y Kensley (1997), Carpenter y Niem (1998), Arenas y Hernández (2000), Brusca y Brusca (2005), Medellín-Mora et al. (2009) y Ortiz et al. (2012). Los nombres científicos y comunes fueron verificados con base en WoRMS (2024).

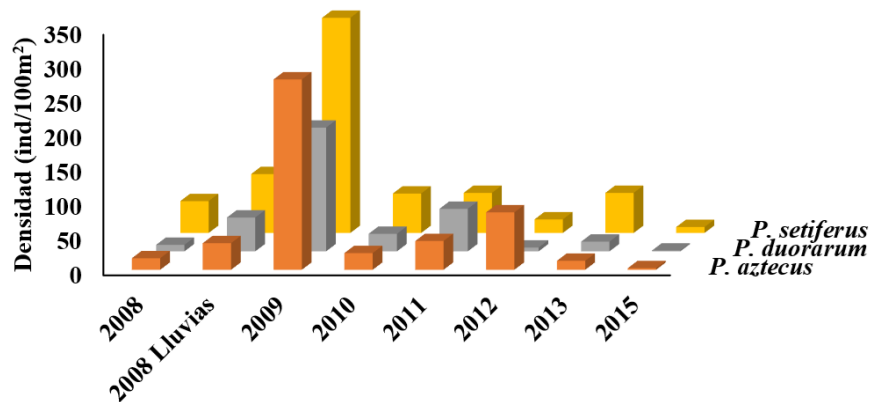
Todos los camarones fueron contados, pesados y preservados en alcohol al 70%. Los registros de abundancia fueron expresados en densidad (ind 100 m<sup>-2</sup>) y biomasa (g 100 m<sup>-2</sup>).

La caracterización espacial de la abundancia fue representada con isolíneas, empleando el método de interpolación geostatística de Kriging, mediante el programa Surfer V. 8. (Golden Software, 2002) y representadas gráficamente con QGIS (2016).

## RESULTADOS

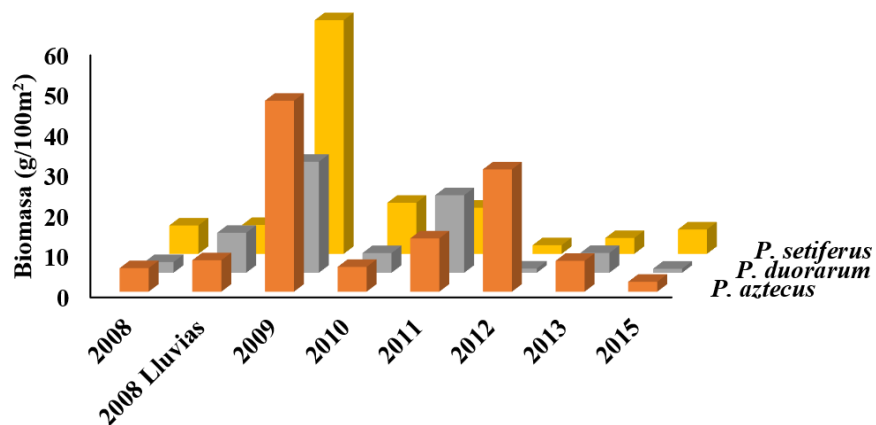
Se recolectaron tres especies: camarón café *Penaeus aztecus* Ives, 1891, camarón rosado *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939 y camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767). Todos los estadios inferiores fueron etiquetados como estadio larvario mysis.

En la [Figura 2](#) se presenta la variación temporal de la densidad promedio durante el periodo de estudio. El muestreo con la abundancia más baja fue 2015 y la más alta fue 2009.



[Fig. 2.](#) Variación temporal de la densidad promedio de los camarones en el SLM/[Fig. 2.](#) Temporal variation in the average density of shrimp in SLM.

En la [Figura 3](#) se presenta la variación temporal de la biomasa promedio durante el periodo de estudio de las especies de camarones. La abundancia más baja se presentó en el muestreo de 2015 y la más alta en 2009.



[Fig. 3.](#) Variación temporal de la biomasa promedio de los camarones en el SLM/[Fig. 3.](#) Temporal variation of the average biomass of shrimp in SLM.

*Penaeus aztecus*

Se registró una densidad promedio de 62.14 ind/100m<sup>2</sup> con una mínima en el 2015 de 0.16 ind/100m<sup>2</sup> y una máxima en el 2009 con 1101.07 ind/100m<sup>2</sup>. La biomasa promedio fue de 15.09 g/100m<sup>2</sup> con una mínima en 2011 de 0.06 g/100m<sup>2</sup> y una máxima en 2009 con 166.53 g/100m<sup>2</sup> (Fig. 4). Estos organismos se distribuyeron en todo el sistema, principalmente hacia el este formando un eje oriental. No fueron recolectadas al norte de La Larga, pero si hacia la boca de comunicación en el estero El Conchal (Fig. 5).

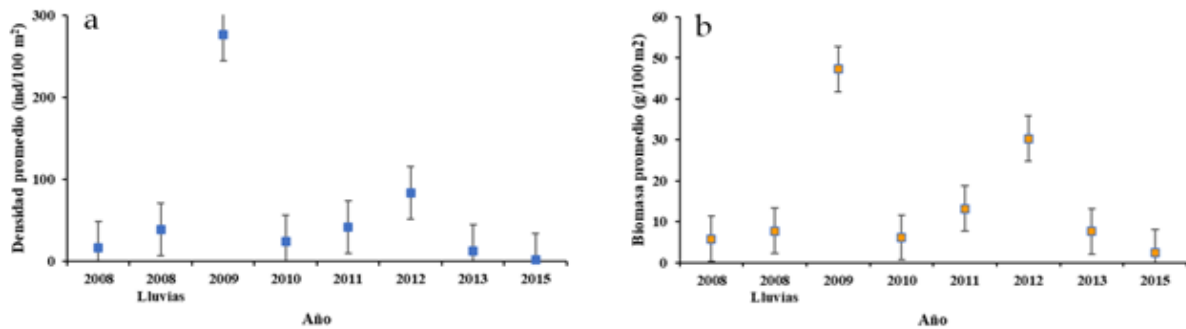


Fig. 4. Variación temporal de la densidad (a) y biomasa promedio (b) de *Penaeus aztecus* en el SLM/ Fig. 4. Temporal variation in the average density (a) and biomass (b) of *Penaeus aztecus* in SLM.

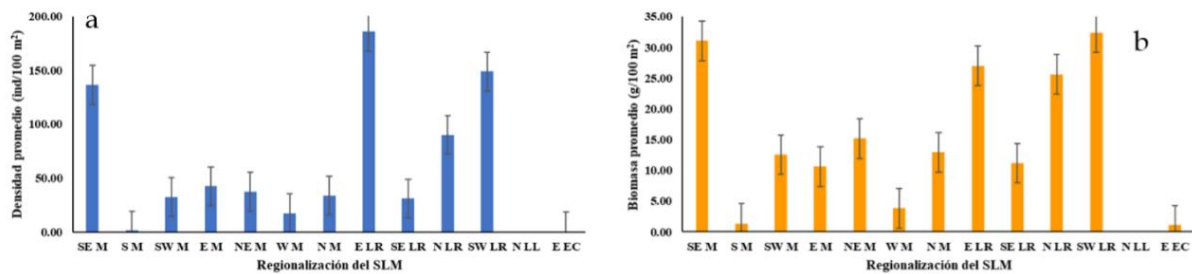


Fig. 5. Variación espacial de la densidad (a) y biomasa promedio(b) de *Penaeus aztecus* en el SLM. Nota. SEM: sureste Mandinga; SM: sur Mandinga; SWM: suroeste Mandinga; EM: este Mandinga; NEM: noreste Mandinga; WM: oeste Mandinga; NM: norte Mandinga; ELR: este La Redonda; SELR: sureste La Redonda; NLR: norte La Redonda; SWLR: suroeste La Redonda; NLL: norte La Larga; EEC: estero El Conchal/ Fig. 5. Spatial variation in the average density and biomass of *Penaeus aztecus* in SLM. Note. SEM: southeast Mandinga; SM: south Mandinga; SWM: southwest Mandinga; EM: east Mandinga; NEM: northeast Mandinga; WM: west Mandinga; NM: north Mandinga; ELR: east La Redonda; SELR: southeast La Redonda; NLR: north La Redonda; SWLR: southwest La Redonda; NLL: north La Larga; EEC: El Conchal estuary.

**Tabla 1.** Densidad de organismos de *Penaeus aztecus* y ubicación espacial a lo largo del estudio/ **Table 1.** Density of *Penaeus aztecus* organisms and spatial location throughout the study.

año	Densidad menor ind/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Densidad mayor ind/ 100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la densidad (anexo)
2008	0.55	EEC	83.5	SWLR	Fig. 10a
2008 lluvias	0.4	SWM	184.07	NLR	Fig. 10b
2009	0.42	SM	1101.07	ELR	Fig. 10c
2010	7.03	SELR	55.16	NLR	Fig. 10d
2011	1.44	WM	282.72	SEM	Fig. 10e
2012	0.22	SM	313.44	ELR	Fig. 10f
2013	2.08	SWLR	25.83	SEM	Fig. 10g
2014	*	*	*	*	*
2015	0.16	SWM	13.55	NEM	Fig. 10h

**Tabla 2.** Biomasa de *Penaeus aztecus* y ubicación espacial de los organismos a lo largo del estudio/ **Table 2.** Biomass of *Penaeus aztecus* and spatial location of the organisms throughout the study.

año	Biomasa mínima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Biomasa máxima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la biomasa (anexo)
2008	0.14	SEM	22.56	NLR	Fig. 11a
2008 lluvias	0.19	SWM	23.71	SEM	Fig. 11b
2009	0.17	SM	166.53	SWLR	Fig. 11c
2010	1.63	WM	15.86	NLR	Fig. 11d
2011	0.06	SWM	94.87	SEM	Fig. 11e
2012	0.26	SM	71.28	NLR	Fig. 11f
2013	0.85	SWLR	18.05	NEM	Fig. 11g
2014	*	*	*	*	*
2015	0.32	SWM	14.42	NEM	Fig. 11h

Los organismos de *P. aztecus* fueron recolectados en una temperatura promedio del agua de 28.03 °C con un intervalo de 21.53 a 30.47 °C; salinidad promedio de 25 ups desde 13.64 a 31.67 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.69 mg/L de 6.76 a 10.78 mg/L. Las características sedimentarias fueron grava promedio de 9.85 % con un intervalo de 6.16 a 22.45 %; arena promedio 60.81 % de 43.75 a 67.83 %; lodos promedio 28.75% de 18.73 a 43.43 % y carbono orgánico total promedio de 1.11 % de 0.76 a 1.58 %.

### *Penaeus duorarum*

Se registró una densidad promedio de 47.37 ind/100m<sup>2</sup> con una mínima en 2008 de 0.06 ind/100m<sup>2</sup> y una máxima en 2009 con 777.99 ind/100m<sup>2</sup>. La biomasa promedio fue de 8.9 g/100m<sup>2</sup> con una mínima en 2011 y 2012 de 0.01 g/100m<sup>2</sup> y una máxima en 2009 con 90.09 g/100m<sup>2</sup> (Fig. 6). *Penaeus duorarum* se recolectó principalmente en La Redonda, en menor abundancia en Mandinga y no se capturaron organismos en la laguna La Larga, y (Fig. 7).

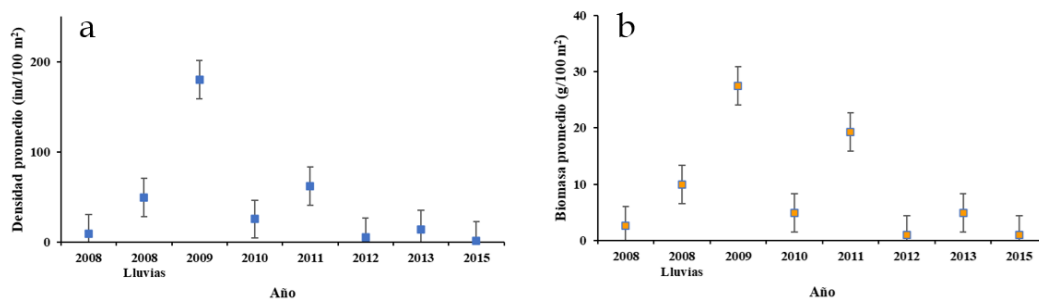


Fig. 6. Variación temporal de la densidad (a) y biomasa promedio (b) de *Penaeus duorarum* en el SLM / Fig. 6. Temporal variation in the average density (a) and biomass (b) of *Penaeus duorarum* in SLM.

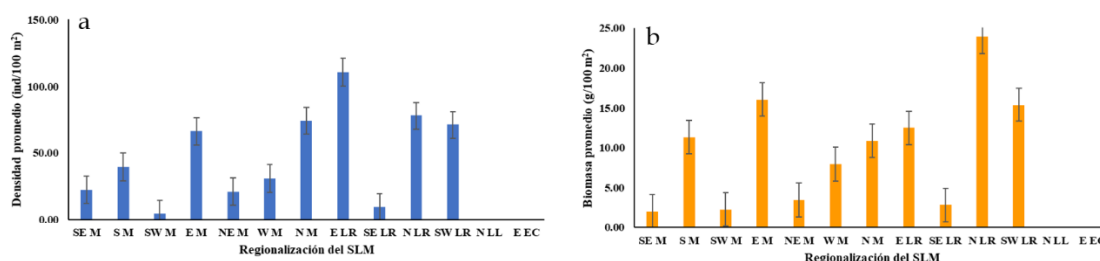


Fig. 7. Variación espacial de la densidad (a) y biomasa promedio (b) de *Penaeus duorarum* en el SLM. Nota. SEM: sureste Mandinga; SM: sur Mandinga; SWM: suroeste Mandinga; EM: este Mandinga; NEM: noreste Mandinga; WM: oeste Mandinga; NM: norte Mandinga; ELR: este La Redonda; SELR: sureste La Redonda; NLR: norte La Redonda; SWLR: suroeste La Redonda; NLL: norte La Larga; EEC: estero El Conchal / Fig. 7. Spatial variation in the average density (a) and biomass (b) of *Penaeus duorarum* SLM. Note. SEM: southeast Mandinga; SM: south Mandinga; SWM: southwest Mandinga; EM: east Mandinga; NEM: northeast Mandinga; WM: west Mandinga; NM: north Mandinga; ELR: east La Redonda; SELR: southeast La Redonda; NLR: north La Redonda; SWLR: southwest La Redonda; NLL: north La Larga; EEC: El Conchal estuary.

Tabla 3. Densidad de organismos de *Penaeus duorarum* y ubicación espacial a lo largo del estudio / Table 3. Density of *Penaeus duorarum* organisms and spatial location throughout the study.

año	densidad menor ind/100 m²	Ubicación espacial	Densidad mayor ind/ 100 m²	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la densidad (anexo)
2008	0.06	ELR	41.94	SWLR	Fig. 12a
2008 lluvias	0.11	NEM	161.69	NLR	Fig. 12b
2009	4.46	SWM	777.99	ELR	Fig. 12c
2010	2.4	SELR	63.75	WM	Fig. 12d
2011	1.66	SWM	180	NM	Fig. 12e
2012	0.11	NEM	28.33	SEM	Fig. 12f
2013	0.41	SWM	43.33	NLR	Fig. 12g
2014	*	*	*	*	*
2015	7.17	SWM	7.17	SWM	Fig. 10h

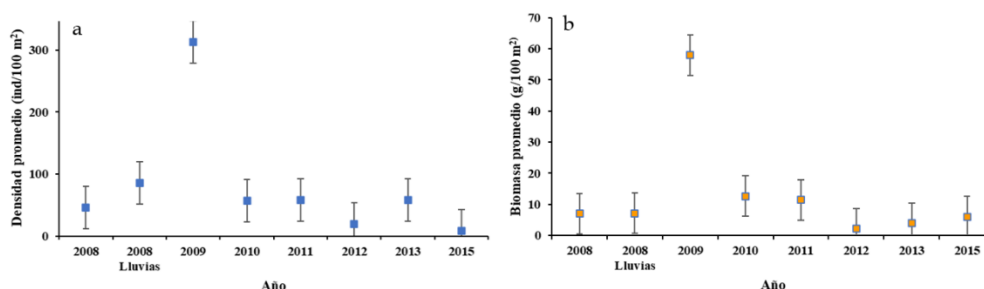
**Tabla 4.** Biomasa de *Penaeus duorarum* y ubicación espacial de los organismos a lo largo del estudio/**Table 4.** Biomass of *Penaeus duorarum* and spatial location of the organisms throughout the study.

año	Biomasa mínima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Biomasa máxima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la biomasa (anexo)
2008	0.05	ELR	13.48	NLR	Fig. 13a
2008 lluvias	0.03	NEM	35.36	EM	Fig. 13b
2009	1.23	SWM	90.09	SWLR	Fig. 13c
2010	0.11	NEM	13.41	NLR	Fig. 13d
2011	0.01	SEM	80.48	NLR	Fig. 13e
2012	0.02	NEM	7.43	SELR	Fig. 13f
2013	0.10	SWLR	15.41	EM	Fig. 13g
2014	*	*	*	*	*
2015	5.99	SWM	5.99	SWM	Fig. 13h

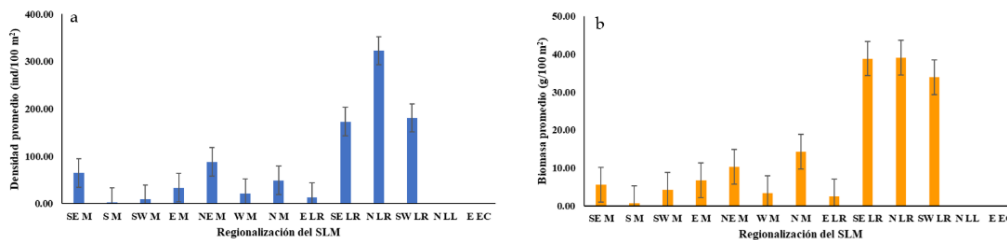
Los organismos de camarón rosado fueron recolectados en una temperatura promedio del agua de 27.87 °C con un intervalo de 21.51 a 30.90 °C; salinidad promedio de 25.05 ups desde 13.89 a 31.62 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.64 mg/L de 5.35 a 10.89 mg/L. Las características sedimentarias fueron grava promedio de 12.65 % con un intervalo de 3.39 a 28.92 %; arena promedio 59.98 % de 43.55 a 65.75 %; lodos promedio 28.91 % de 18.73 a 41.22 % y carbono orgánico total promedio de 0.93 % de 0.0 a 1.33 %.

***Penaeus setiferus***

Se registró una densidad promedio para esta especie de 80.93 ind/100m<sup>2</sup> con una mínima en lluvias 2008 de 0.1 ind/100m<sup>2</sup> y una máxima en el 2009 con 880.32 ind/100m<sup>2</sup>. La biomasa promedio fue de 13.55 g/100m<sup>2</sup> con una mínima en 2013 de 0.1 g/100m<sup>2</sup> y una máxima en 2009 con 191.37 g/100m<sup>2</sup> (Fig. 8). Esta especie no fue recolectada en la laguna La Larga, fue poco abundante en mandinga y abundante en La Redonda (Fig. 9).



**Fig. 8.** Variación temporal de la densidad (a) y biomasa promedio (b) de *Penaeus setiferus* en el SLM/**Fig. 8.** Temporal variation in the average density (a) and biomass (b) of *Penaeus setiferus* in SLM.



**Fig. 9.** Variación espacial de la densidad (a) y biomasa promedio (b) de *Penaeus setiferus* en el SLM. Nota. SEM: sureste Mandinga; SM: sur Mandinga; SWM: suroeste Mandinga; EM: este Mandinga; NEM: noreste Mandinga; WM: oeste Mandinga; NM: norte Mandinga; ELR: este La Redonda; SELR: sureste La Redonda; NLR: norte La Redonda; SWLR: suroeste La Redonda; NLL: norte La Larga; EEC: estero El Conchal/ **Fig. 9.** Spatial variation in the average density (a) and biomass (b) of *Penaeus setiferus* in SLM. Note. SEM: southeast Mandinga; SM: south Mandinga; SWM: southwest Mandinga; EM: east Mandinga; NEM: northeast Mandinga; WM: west Mandinga; NM: north Mandinga; ELR: east La Redonda; SELR: southeast La Redonda; NLR: north La Redonda; SWLR: southwest La Redonda; NLL: north La Larga; EEC: El Conchal estuary.

**Tabla 5.** Densidad de organismos de *Penaeus setiferus* y ubicación espacial a lo largo del estudio/ **Table 5.** Density of *Penaeus setiferus* organisms and spatial location throughout the study.

año	densidad menor ind/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Densidad mayor ind/ 100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la densidad (anexo)
2008	0.24	ELR	261.66	SELR	Fig. 14a
2008 lluvias	0.11	NEM	726.41	NLR	Fig. 14b
2009	3.56	SM	880.32	N y SWLR	Fig. 14c
2010	23.57	WM	209.66	NEM	Fig. 14d
2011	1.78	SWM	124.5	SEM	Fig. 14e
2012	3.33	SM	100.0	EM	Fig. 14f
2013	1.67	ELR	295	NLR	Fig. 14g
2014	*	*	*	*	*
2015	0.11	NEM	23.33	SWM	Fig. 14h

**Tabla 6.** Biomasa de *Penaeus setiferus* y ubicación espacial de los organismos a lo largo del estudio/ **Table 6.** Biomass of *Penaeus setiferus* and spatial location of the organisms throughout the study.

año	Biomasa mínima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Biomasa máxima g/100 m <sup>2</sup>	Ubicación espacial	Mapa correspondiente de la variación espacial de la biomasa (anexo)
2008	0.13	SEM	42.18	SELR	Fig. 15a
2008 lluvias	0.02	NEM	31.69	NLR	Fig. 15b
2009	0.89	SM	191.37	SWLR	Fig. 15c
2010	0.22	NEM	52.08	NLR	Fig. 15d
2011	0.18	SM	58.51	SELR	Fig. 15e
2012	0.05	SM	13.77	EM	Fig. 15f
2013	0.01	ELR	19.95	NLR	Fig. 15g
2014	*	*	*	*	*
2015	0.13	NEM	14.6	SWM	Fig. 15h

Los organismos de camarón blanco fueron recolectados en una temperatura promedio del agua de 28.15 °C con un intervalo de 21.52 a 30.76 °C; salinidad promedio de 25.06 ups desde 13.64 a 31.40 ups, oxígeno disuelto promedio de 8.82 mg/L de 6.71 a 10.80 mg/L. Las características sedimentarias fueron grava promedio de 11.80 % con un intervalo de 4.76 a 22.45 %; arena promedio 60.22 % de 43.55 a 65.56 %; lodos promedio 28.12 % de 18.73 a 41.22 % y carbono orgánico total promedio de 1.11 % de 0.44 a 1.87 %.

## DISCUSIÓN

Los efectos de la variación estacional del ambiente sobre las poblaciones de camarones peneidos de interés comercial en el golfo de México, han sido estudiados por múltiples autores desde la década de los 70, no obstante, la mayor parte del trabajo científico se ha enfocado en áreas productivas específicas y poco se ha escrito acerca de los efectos que dichos cambios representan a largo plazo y que podrían estar relacionados con procesos de gran escala, como el cambio climático.

De estos estudios se pueden rescatar importantes aspectos ecológicos sobre los fenómenos que afectan a las poblaciones de camarones peneidos en diferentes escalas espaciales y temporales: Por un lado, están los estudios realizados en lagunas costeras y estuarios que describen la relación espacial de los camarones peneidos con las características del hábitat, o bien, patrones de migración vertical y horizontal asociados a los ciclos circadianos y por otra parte, existen estudios que evalúan el efecto de los procesos oceanográficos y meteorológicos que ocurren anualmente y generalmente afectan la dinámica pesquera del camarón en ambientes marinos.

Entre las zonas mejor estudiadas se reconoce la Sonda de Campeche, que figura como una región marina sujeta a explotación pesquera (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez, 2000; Ramírez-Rodríguez, 2002; Ramírez-Rodríguez et al., 2003, 2004, 2006; Cervantes-Hernández y Gracia-Gasca, 2011; Ruiz et al., 2013; Puentes-Salazar et al., 2020), en conjunto con la laguna de Términos ubicada en el litoral del mismo estado (Sánchez, 1997; Ramos-Miranda et al., 2001). Hacia la parte norte del golfo de México, destacan la laguna Madre y la laguna de Tamiahua, ubicadas al noreste del estado de Tamaulipas (Barba-Macías, 1999; Leija-Tristán, 2005; Cid, 2008; Ocaña-Luna et al., 2008; Wakida-Kusunoki et al., 2005, 2008, 2010; Pérez-Castañeda et al., 2010, 2012; Wakida-Kusunoki, 2011; Cervantes-Hernández y Gracia, 2020).

En contraste, la región central del golfo de México es la menos estudiada y particularmente en los ecosistemas costeros de Veracruz, la información con la que se cuenta es discontinua y desactualizada (Barreto-Segura, 2019; Rodríguez-Varela et al., 2019; Chávez-López et al., 2020), por lo que el presente estudio representa una importante contribución al conocimiento de los recursos pesqueros de los sistemas costeros de dicha región.

Es común registrar una marcada variación espacial y temporal en las condiciones ambientales de lagunas costeras del golfo de México, esto en gran parte se debe a las características fisiográficas de la cuenca y a la variación estacional a la que están sujetas debido a su ubicación latitudinal. De manera particular el SLM responde a tres estaciones bien definidas; la primera con un régimen pluvial de verano (julio a octubre), que representa un mayor aporte dulceacuícola, mientras que la temporada de secas (marzo a junio), propicia altas tasas de evaporación y eventualmente un aumento en la salinidad. Por último, una temporada conocida como “nortes” (noviembre a febrero), que aporta una gran cantidad de agua marina y material particulado por los vientos y mareas, generando mezcla de agua (Arreguín-Sánchez, 1982; Escobar-Briones, 2004; García, 2004; Contreras-Espinosa, 2006).

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una marcada fluctuación temporal en las condiciones fisicoquímicas del medio acuático en el SLM. Respecto a la salinidad, el sistema se caracterizó como polihalino en el 90 % de los ciclos de muestreo realizados en temporada seca, con

valores entre 22.21 y 31.49 ups, mientras que en la temporada lluviosa el valor descendió hasta 15.8 ups. Un comportamiento similar fue reportado por Camarena-Rosales (1982), Arreguín Sánchez (1982) y Reyes-Ascencio (2011), en el mismo sistema lagunar.

Algunos autores han sugerido que la salinidad y la temperatura son las variables que mayormente influyen sobre la distribución y abundancia de los camarones peneidos, sin embargo, se trata de una relación compleja que suele ser confundida con el efecto de otras variables sobre los camarones (Doerr et al., 2016). Camarena-Rosales (1982), realizó un estudio anual de la fase postlarvaria de los camarones en el sistema lagunar en cuestión; en ese estudio se colectaron individuos en un intervalo de 10-30 ups, con las mayores abundancias de mysis estrechamente relacionadas con valores relativamente bajos de salinidad, temperaturas cálidas (25-28 °C) y niveles bajos de oxígeno disuelto (5-8 mg/L).

Esta última variable influye sobre estos organismos de tal modo que el oxígeno disuelto funge como un regulador ambiental del metabolismo de los camarones. Incluso se ha demostrado que un decremento relativamente pequeño (entre 3 y 5 mg/l), provoca una reducción significativa (hasta el 25 %) en la canalización de la energía en la producción de biomasa (Rosas et al., 1998; 1999).

Esta limitación es importante si se considera que en las lagunas costeras y estuarios tropicales las aguas con bajos niveles de oxígeno son comunes, sobre todo cuando estas se cargan de materia orgánica producto de las lluvias de verano.

En estudios realizados en laboratorio se ha demostrado que las poblaciones de *P. aztecus* muestran preferencia por salinidades entre 17 y 35 ups, mientras que *P. setiferus*, parece ser más tolerante a niveles de salinidad relativamente bajos (Doerr et al., 2016). Por otro lado, Keiser y Aldrich (1976), demostraron que las postlarvas de *P. aztecus* y *P. setiferus* buscaron salinidades inferiores a las que generalmente se encuentran en el golfo de México, en contraste, en el presente estudio las mayores densidades para ambas especies se registraron en valores cercanos a 23 ups.

Lo anterior concuerda con Ramírez-Rodríguez et al. (2006), quienes demostraron que existe una relación directa entre la variación en la salinidad y el reclutamiento de larvas de *P. aztecus* a la pesquería de alta mar en la Sonda de Campeche, mientras que con la temperatura superficial sucede de manera inversa. Lo anterior se ve reforzado por Cházaro-Olvera et al. (2009) y Flores-Coto et al. (2018), quienes estudiaron los patrones de reclutamiento de *P. aztecus* en tres sistemas costeros del golfo de México y evidenciaron que existe una fuerte relación entre la temperatura y la salinidad con la abundancia de los camarones peneidos en cuestión.

En el presente estudio no se observó el patrón antes descrito, ya que no se aprecia una relación clara entre los cambios temporales en la temperatura y la salinidad con la abundancia de los camarones ( $R^2$  que oscila entre 0.01 a 0.06 para cada especie,  $p > 0.05$ ).

En los ciclos de muestreo de 2008 la abundancia relativa de las tres especies aumentó ligeramente en la temporada lluviosa, en comparación con el muestreo anterior correspondiente a la temporada seca del mismo año. Considerando que se registró una variación de 15 unidades de salinidad en los muestreos de la temporada seca y lluviosa, y que la abundancia se mantuvo similar a lo largo del periodo de estudio, se puede inferir que los cambios en dichos parámetros no explican la variación de la abundancia de los camarones peneidos en el SLM. Esto tiene sentido si se considera que los valores de salinidad registrados se encuentran dentro de los límites conocidos para las tres especies de camarones, las cuales poseen gran capacidad osmorregulatoria, lo que les permite desarrollarse de manera adecuada (Brito et al., 2000; Alpuche et al., 2005).

Autores como Clark et al., (2004), asociaron las mayores densidades de juveniles de *P. aztecus* con salinidades que oscilan entre 15 y 25 ups, por su parte Domínguez et al. (2003), colectaron las mayores

abundancias en salinidades entre 5 y 29 ups. Algo similar ocurre con la temperatura, ya que los valores registrados se ubicaron dentro de los intervalos óptimos para el crecimiento de las tres especies de camarones, que de acuerdo con Pérez-Farfante (1969), oscilan entre 18 y 25 °C para *P. aztecus*, de 15 a 33 °C para *P. setiferus* y de 14 a 35 °C para *P. duorarum*.

En contraste, Ramos-Miranda et al. (2001) realizaron un estudio estacional en la laguna de Términos, Campeche, observaron que las mayores abundancias se presentaron en las temporadas lluviosa y de nortes, donde la salinidad y la temperatura disminuyeron drásticamente, no obstante los autores no observaron una relación directa de los camarones con alguna variable fisicoquímica en particular, encontraron que es la acción en conjunto de procesos como el aporte dulceacuícola, la acumulación de sedimentos limosos y la presencia o ausencia de vegetación acuática sumergida (VAS), lo que determina la distribución espacial de estos organismos. Al respecto, Riera et al. (2000) y Rozas y Minello (2011) han sugerido que los insumos de agua dulce y materia orgánica transportados por la afluencia de los ríos también pueden contribuir significativamente al establecimiento de los camarones y eventualmente afectar su distribución espacial.

Cházaro-Olvera et al. (2009), señalan que el influjo de las mareas hacia los sistemas costeros tiene un efecto significativo sobre los patrones de ingreso de postlarvas hacia estos ecosistemas. Esto es relevante si se considera que en el SLM se pueden diferenciar al menos dos zonas hidrográficas (Arreguín-Sánchez, 1982), en donde los principales cuerpos de agua poseen bocas relativamente estrechas que limitan la comunicación y el recambio de aguas entre sí y al mismo tiempo cuenta con una zona intermareal limitada en comparación con otros sistemas lagunares de la región (Rodríguez-Varela et al., 2019), por lo que las condiciones del medio acuático se comportan de manera particular en cada laguna.

En la presente investigación las larvas y juveniles de camarones se recolectaron en todos los ciclos de muestreo, sobresaliendo en toda la laguna La Redonda y hacia el norte y este de Mandinga, regiones donde existe una gran abundancia de vegetación acuática sumergida, aunque para el camarón café, la región sur de Mandinga es igual de importante, pero sin gran abundancia de vegetación.

Minello y Zimmerman (1991), indican que es común obtener las mayores abundancias de camarones sobre los primeros parches de vegetación sumergida adyacentes a las bocas de comunicación, ya que esto representa un menor gasto energético y menor exposición a la depredación durante el ingreso de los estadios larvarios hacia los estuarios y lagunas costeras. Esto fue descrito por Cid (2008), en la laguna Madre y la laguna de Tamiahua, este autor, registró las mayores abundancias de *P. aztecus* y *P. duorarum* cerca de las bocas de comunicación y sobre sustratos con cubierta vegetal, excepto *P. setiferus* que se colectó cerca de las bocas de comunicación, pero sobre fondos carentes de vegetación sumergida.

Flores-Coto et al. (2018), obtuvieron las mayores densidades de postlarvas de *P. duorarum* y *P. setiferus* cerca de las bocas de comunicación en la laguna de Términos, Campeche. El mismo patrón fue descrito por Domínguez et al. (2003), en la laguna de Mecoacán, Tabasco y por Pérez-Castañeda y Defeo (2003) en la Ría Celestún. En la presente investigación, no se evidencia esta situación, ya que la laguna La Larga y en el estero El Conchal, no se registraron altas abundancias y en la mayoría de los muestreos no se recolectó alguna especie. Esto puede deberse a varias razones, la más importante, la falta de vegetación sumergida en la zona y que, a pesar del ingreso de los organismos, estos prefieren la laguna La Redonda y las regiones más contiguas de Mandinga, donde el patrón de corrientes las lleva a zonas con mayor vegetación.

Las otras hipótesis son con respecto a la velocidad de las corrientes (mayor que en cualquier otra región), el efecto del dragado y a las actividades antropogénicas a las que está influenciada la laguna La Larga, donde embarcaciones y asentamientos humanos han modificado los patrones que ya habían sido descritos con anterioridad por otros autores.

Se sabe que el ingreso de postlarvas y juveniles de camarones hacia los estuarios es constante debido a que los camarones se reproducen continuamente a lo largo del año, sin embargo existen dos pulsos de reproducción importantes; por un lado las postlarvas entran hacia las zonas de crianza a principios de primavera y posteriormente emigran hacia la plataforma para reproducirse a principios de otoño, mientras que en el segundo, las postlarvas ingresan a los estuarios a finales de otoño y principio de invierno y su reproducción en la plataforma toma lugar en la primavera (Bauer, 1989, 2018; Rogers et al., 1993; Ogburn et al., 2013; Elista-Ramírez, 2018), hecho que justifica la presencia de juveniles en todo el año.

En el presente estudio los ciclos de muestreo se realizaron en los meses de marzo y abril, que corresponden a la temporada seca en primavera y en agosto de 2008 correspondiente a la temporada lluviosa y como lo mencionan dichos autores, en el SLM fue constante y ampliamente representadas todas las especies.

La proporción de la abundancia de los juveniles de camarones se mantuvo similar a lo largo de los ciclos de muestreo. Se registró un aumento considerable en la abundancia de las tres especies hasta el año 2009, en el cual, se registraron los picos más altos de densidad y biomasa (Figs. 2 y 3). En el muestreo 2010 se observa un aumento significativo en la abundancia de las mysis, en contraste con la abundancia registrada de individuos juveniles taxonómicamente diferenciables, hecho que sugiere una mayor tasa de reclutamiento de larvas hacia el sistema lagunar, probablemente atribuida al dragado de canales de comunicación con el mar en la parte norte del sistema conocida como La Larga, los cuales, se efectuaron en el mismo año y han sido constantes a lo largo de la historia del SLM (Rodríguez-Varela et al., 2019, 2020).

Se reporta que uno de los principales objetivos de la apertura de canales de comunicación entre los sistemas costeros y el mar, es permitir el ingreso de larvas y juveniles de determinados grupos de peces e invertebrados para “reactivar la productividad” de estos ecosistemas. No obstante tales intervenciones representan una importante fuente de alteración hacia los ecosistemas costeros, ya que acarrear consigo efectos negativos como la destrucción mecánica de los hábitats, la modificación del volumen de intercambio de agua y los gradientes de salinidad y temperatura que influyen sobre la dinámica de inmigración entre los organismos marinos y su establecimiento en los estuarios (Domínguez et al., 2003; Hart et al., 2012; Barreto-Segura, 2019; Rodríguez Varela et al., 2019, 2022).

Aunado a lo anterior, otra de las principales afectaciones es la cantidad de desechos que reciben, provenientes de los asentamientos humanos e industriales y de la creciente actividad turística que rodea al SLM (Contreras-Espinosa, 2006). Rodríguez-Varela et al. (2019 y 2020), evidenciaron que dichos impactos recurrentes en el SLM son de las principales causas de los cambios en la biodiversidad del sistema.

En este escenario resulta de gran importancia estudiar la relación de las poblaciones de camarones peneidos y el uso del hábitat en los sistemas lagunares estuarinos. Autores como Pérez-Castañeda et al. (2010), sugieren que la complejidad física del sustrato tiene mayor influencia que la fluctuación en las características del medio acuático para el establecimiento de estos organismos en los ecosistemas estuarinos, hecho que evidenciaron en la laguna Madre al norte de Tamaulipas y lo atribuyeron a los hábitos alimentarios del grupo y a la evasión de depredadores. Lo anterior concuerda con Minello y Zimmerman (1991) y Howe y Wallace (2000), quienes indican que existe una relación inversa entre el aumento en la talla de los camarones y su dependencia de la vegetación acuática sumergida (VAS), incluyendo pastos marinos y praderas de algas, por lo que su distribución sobre estas áreas de crianza depende no solo de los factores ambientales, sino de sus hábitos alimenticios y sus requerimientos de protección.

En el presente estudio no se consideró la talla de los individuos, sin embargo, la biomasa figura como un excelente indicador ecológico del grado en que los grupos biológicos aprovechan el recurso.

Clark et al. (2004), modelaron la distribución de *P. aztecus* usando datos generados a partir de los muestreos realizados en los últimos 60 años en la bahía de Galveston, Texas. Se determinó la preferencia del hábitat de los camarones, por lo que se evaluó la influencia en conjunto de la salinidad, la cobertura de VAS y al menos tres tipos de sedimentos en los sustratos carentes de vegetación, determinando que los camarones se establecen principalmente en áreas someras dotadas de abundantes praderas vegetales, en las que, a su vez, tienden a acumularse sedimentos finos y ricos en materia orgánica, lo que incrementa la complejidad estructural y funcional del hábitat.

Es común encontrar abundantes praderas de VAS en fondos someros con buena penetración de luz y que, a su vez, figuran como trampas de sedimentos que propician el establecimiento de grupos epibénticos (Raz-Guzmán y Corona, 2003; Cid, 2008). Aunado a esto, se ha determinado que la profundidad y el tipo de sedimento explican los mayores cambios en la densidad y biomasa, puesto que el estrato presenta varios tipos de sedimentos y es una zona de transición entre ambientes de limo-arcilla y carbonatados (Ruiz et al., 2013). Por otro lado, Domínguez et al. (2003) y Raz-Guzmán y Corona (2003), evidenciaron que las tres especies de camarón en cuestión se distribuyeron mejor en áreas cubiertas por abundante VAS y en condiciones polihalinas en la laguna de Mecocacán, Tabasco. Por el contrario, las menores abundancias de los decápodos se asociaron con condiciones oligohalinas y sustratos lodosos desprovistos de VAS.

El patrón antes descrito concuerda con los resultados del presente estudio ya que las mayores abundancias se colectaron sobre áreas cubiertas con VAS y sobre sustratos principalmente arenosolimosos con alto contenido orgánico.

Cabe señalar que los distintos estudios comprenden técnicas de muestreo y métodos de análisis de los datos diseñados para objetivos específicos, los cuales no necesariamente contemplan las mismas variables y no siempre se confiere la misma importancia a las mismas. Por ejemplo, en aquellos estudios en los que se emplean redes cónicas, únicamente contemplan la distribución de los individuos en la columna de agua y su relación con las características fisicoquímicas del medio, a diferencia de aquellos en los que se realizan muestreos sobre las praderas de vegetación sumergida, entre otros sustratos específicos y que señalan con mayor detalle el valor del hábitat asociado.

Por lo ya expuesto, se sugiere que el establecimiento de los distintos estadios de camarones en los sistemas lagunares estuarinos, depende no solo de aquellos factores que condicionan el ingreso de las fases larvianas hacia los cuerpos de agua, sino que la permanencia y desarrollo de los individuos está en función de múltiples factores relacionados con la estructura y función del hábitat y bajo el supuesto de que una alteración sobre estos se vería reflejada en los patrones de distribución y abundancia de los mismos.

Se cuenta con evidencia suficiente para inferir que la alteración de la calidad de los hábitats en los ecosistemas costeros ha mermado considerablemente el recurso pesquero tanto en el sector artesanal dentro de los estuarios, como en los ambientes marinos. Así, Arreguín-Sánchez (2009), Arreguín-Sánchez y Arcos Huitrón (2011) y Arreguín-Sánchez et al. (1997) reportan eventos y consecuencias por la sobrepesca, los impactos negativos de corto plazo de diferente origen, y la degradación de la zona costera que han disminuido los rendimientos anuales del camarón rosado. Tan solo hasta 2010, la captura total contribuyó en un peso equivalente al 5% del rendimiento obtenido en la década de los 60 (cerca de 18 000 t), con el consecuente efecto negativo sobre la economía y desarrollo social de la región.

En este escenario es necesario incrementar los esfuerzos por generar planes y programas que contribuyan al mejoramiento del recurso pesquero del camarón en los ecosistemas lagunares-estuarinos

de la región, desde la perspectiva de la identificación y conservación de los principales hábitats potencialmente idóneos para el establecimiento de los camarones en etapas tempranas, y así contribuir al aseguramiento de aspectos reproductivos, de crecimiento y eventualmente de reclutamiento ecológico en altamar para su explotación a mayor escala.

## AGRADECIMIENTOS

A la jefatura de carrera de Biología, FES Iztacala, UNAM, por el apoyo para la realización de los muestreos. Al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) proyecto EN203804 y al Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación (PAPCA) de la UNAM, por otorgar recursos económicos para la compra de equipo y material usados en la presente investigación y a los estudiantes del Laboratorio de Oceanografía Costera en especial a Laura Nayani Hernández Barajas y los del Laboratorio de Investigación Científica VI (grupo 2602) de la FES Iztacala, UNAM, quienes participaron en la recolecta y procesamiento de las muestras.

## REFERENCIAS

- Alpuche, J., Pereyra, A. y Agundis, C. (2005). Respuestas bioquímicas de camarones marinos a factores ambientales. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(5), 1-10.
- Álvarez, F., ...y Robles, R. (1999). Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología Sección zoológica*, 70(1), 1-27.
- Álvarez, F., ...y Campos, E. (2014). Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, s208-s219. <https://doi.org/10.7550/rmb.38758>
- Arenas, V. F. y Hernández, J. L. A. (2000). *Fauna carcinológica de México. Crustáceos estomatópodos y decápodos del Golfo de México, Río Bravo, Tamaulipas a Cabo Catoche, Q. Roo. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. H022.* <https://www.snib.mx/iptconabio/resource?r=SNIB-H022>
- Arreguín-Sánchez, F. (1982). Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Veracruz, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 26, 111-134.
- Arreguín-Sánchez, F. (2009). Cambio climático y el colapso de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) de la sonda de Campeche. En E. Rivera-Arriaga, ...y L. Alpuche-Gual (Eds.). *Cambio climático en México un enfoque costero-marino* (pp. 399-410). Universidad Autónoma de Campeche.
- Arreguín-Sánchez, F. y Arcos-Huitrón, E. (2011). La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3), 429-442.
- Arreguín-Sánchez, F., ...y Alarcón, T. (1997). Estado actual y perspectivas de las pesquerías de camarón del golfo de México. En D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (Eds.), *Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del golfo de México* (pp. 145-172). Instituto EPOMEX, Serie Científica.
- Arvizu-Coyotzi, J. K. (2019). Caracterización macrobentónica de la zona litoral entre punta Gorda a Antón Lizardo, Veracruz [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. <https://www.uv.mx/veracruz/mep/files/2019/10/TesisExamenKarina.pdf>
- Barba E., Juárez-Flores J. y Estrada-Loreto F. (2010). Distribución y abundancia de crustáceos en humedales de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 153-163. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.0.218>
- Barba-Macías, E. (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.
- Barrera-Escorcia, G. (2006). Toxicidad del cromo y cadmio en ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) de la laguna de Mandinga, Veracruz [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma Metropolitana]. <https://bindani.izt.uam.mx/downloads/np1939542?locale=it>
- Barreto-Segura, O.A. (2019). Análisis ecológico de la comunidad zoobentónica del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, Mex [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2019/marzo/0787253/Index.html>

- Bauer, R. (1989). Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 127(2), 175-187. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(89\)90183-4](https://doi.org/10.1016/0022-0981(89)90183-4)
- Bauer, R. T. (2018). Life-cycle and seasonal migrations. En G. Wellborn y M. Thiel (Eds.). *The Natural History of the Crustacea, Volume 5: Life histories* (pp. 203-229). Oxford University Press, New York, USA.
- Brito, R., Chimal, M. E. y Rosas, C. (2000). Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 244(2), 253-263. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(99\)00142-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(99)00142-2)
- Brusca, C. R. y Brusca, G. J. (2005). *Invertebrados*. McGraw-Hill.
- Camarena-Rosales, F. (1982). Contribución al conocimiento de la fase postlarvaria del camarón (*Penaeus* spp.), en el sistema de lagunas costeras de Mandinga, Veracruz [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/microformas/0037971/Index.html>
- Carpenter, K. E. y Niem, V. H. (Eds.). (1998). FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. FAO, Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/w7192e>
- Castro, R. G. y Arreguín-Sánchez, F. (1991). Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral mexicano del noroeste del golfo de México. *Ciencias Marinas*, 17(4), 147-159.
- Castro-Meléndez, R. G., ... y Conde, G. E. (1990). Incidencia de postlarvas de camarón café *Penaeus aztecus* en la Laguna Almagre, Tamaulipas y su relación con las poblaciones de alta mar en el Noroeste del Golfo de México. *Ciencia Pesquera*, 7, 121-141.
- Cervantes-Hernández, P. y Gracia, G. A. (2011). Análisis de la mortalidad para el camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* (Decapoda, Dendrobranchiata) del banco de Campeche, México. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 6(2), 100-108.
- Cervantes-Hernández, P. y Gracia, A. (2020). Reproductive and recruitment seasons for *Penaeus aztecus* in the Tamaulipas-Veracruz area, Gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(4), 578-589. <https://doi.org/10.3856/vol48-issue4-fulltext-2174>
- Chávez-López, R., ... y Rodríguez-Varela, A. C. (2020). Peces y macrocrustáceos en un estuario oligosalino en el SO del golfo de México. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 15, 1062-1076. <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2022.15.82159>
- Cházaro-Olvera, S., Winfield, A. I. y Coria-Olvera, V. (2009). Transport of *Farfantepenaeus aztecus* postlarvae in three lagoon-system inlets in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 82(4), 425-437. <https://doi.org/10.1163/156854008X400612>
- Cházaro-Olvera, S., ... y Rodríguez-Varela, A. C. (2020). Density of mysis of *Penaeus aztecus* Ives, 1891. On a reef in the southwest of the gulf of Mexico. *Hidrobiológica*, 30(3), 233-242. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n3/Chazaro>
- Cid, S. A. (2008). Los camarones peneidos y su relación con el recurso pesquero camarón en Laguna de Tamiahua, Veracruz y Laguna Madre, Tamaulipas [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://77132.248.9.195/ptd2008/octubre/0632948/Index.html>
- Cid, S. A. y Raz-Guzmán, A. (2011). Alternativas de manejo en la pesquería del camarón en las lagunas de Tamiahua y Madre. *Biodiversitas*, 95, 1-7.
- Clark, R. D., ... y Minello, T. J. (2004). A habitat-use model to determine essential fish habitat for juvenile brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) in Galveston Bay, Texas. *Fishery Bulletin*, 102(2), 264-277.
- Contreras-Espinosa, F. (2006). Las lagunas costeras de Veracruz. En P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y C. Travieso-Bello (Eds.). *Estrategia para el manejo costero integral de la zona costera: un enfoque municipal* (pp. 205-227). Instituto de Ecología A.C., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT).

- Díaz, H. F. y Latournerie, J. R. (1980). Factores fisiológicos que afectan la supervivencia y el metabolismo energético de dos especies de peneidos (*Penaeus aztecus* y *P. setiferus*) de la laguna de Mandinga, Veracruz, México [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/pmig2019/0002439/Index.html>
- Doerr, J., Liu, H. y Minello, T. J. (2016). Salinity selection by juvenile brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) and white shrimp (*Litopenaeus setiferus*) in a gradient tank. *Estuaries and Coasts*, 39, 829-838 <https://doi.org/10.1007/s12237-015-0019-3>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-047-SAG/PESC-2014, Para la identificación del origen de camarones cultivados, de aguas marinas y de esteros, marismas y bahías*. [https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5355/sagarpa11\\_C/sagarpa11\\_C.html](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5355/sagarpa11_C/sagarpa11_C.html)
- Domínguez, J. C., ...y Barba, E. (2003). Distribución de macrocrustáceos en laguna Mecoaacán, al sur del golfo de México. *Hidrobiológica*, 13(2), 127-136.
- Elista-Ramírez, E. C. (2018). Variabilidad temporal y espacial de la composición y abundancia de las larvas planctónicas de decápodos del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela [Tesis de Licenciatura, Universidad de Oriente].
- Escobar-Briones, E. (2004). Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el Golfo de México. En M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Comps.). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México* (pp. 199-244). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología, A. C. y Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies.
- Flores-Coto, C., ...y Sanvicente-Añorve, L. (2018). Immigration of post larvae of penaeid shrimp to Terminos lagoon, Campeche, México: 2013 Annual cycle. *Open Journal of Ecology*, 8(9), 522-535. <https://doi.org/10.4236/oje.2018.89032>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía, UNAM.
- García-Madrigal, M. S., ...y Bastida-Zavala, R. (2012). Estado del conocimiento de los crustáceos de México. *Ciencia y Mar*, 16(46), 43-62.
- Golden Software. (2002). Surfer V. 8. <http://www.goldensoftware.com/products/surfer>
- Haas, H. L., ...y Rozas, L. P. (2004). Brown shrimp on the edge: linking habitat to survival using an individual-based simulation model. *Ecological Applications*, 14(4), 1232-1247. <https://doi.org/10.1890/03-5101>
- Hart, R. A., Nance, J. M. y Primrose, J. A. (2012). The U.S. Gulf of Mexico pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum*, fishery: 50 years of commercial catch statistics. *Marine Fisheries Review*, 74(1), 1-6.
- Holthuis, L. B. (1980). FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopsis. <https://www.fao.org/4/ac477e/ac477e00.htm>
- Howe, J. C. y Wallace, R. K. (2000). Relative abundance of postlarval and juvenile penaeid shrimps in submerged aquatic vegetation and emergent marsh habitats. *Gulf of Mexico Science*, 18(2), 130-137. <https://doi.org/10.18785/goms.1802.05>
- Keiser, R. K. y Aldrich, D. V. (1976). *Salinity preference of postlarval brown and white shrimp (Penaeus aztecus and P. setiferus) in gradient tanks*. Texas A&M University.
- Lara-Domínguez, A. L., ...y Pérez-Hernández, M. A. (2011). Lagunas costeras y estuarios. En CONABIO (Ed.). *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado* (pp. 301-317). CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C.
- Leija-Tristán, A. (2005). Ecología y estructura poblacional de los stocks reproductora-recluta, del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1891, en la laguna Madre y plataforma continental de Tamaulipas, México [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/20722/1/1020152035.pdf>
- Medellín-Mora, J., ...y Jaimes, J. C. (2009). Taxonomía de larvas zoea de crustáceos decápodos del área nororiental del mar caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 38(2), 55-73.
- Minello, T. J. y Zimmerman, R. J. (1991). The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp. En P. F. Deloach, W. J. Dougherty y M. A. Davidson (Eds.), *Frontiers of shrimp research* (pp 1-16). Elsevier Science Publishers.

- Muñoz-Iniestra, D. J., ...y Hernández-Moreno, M. M. (2011). *Edafología. Manual de métodos de análisis de suelos*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Ocaña-Luna, A., Hernández-Batún, G. y Sánchez-Ramírez, M. (2008). Abundancia y distribución de juveniles de *Farfantepenaeus aztecus* (Ives 1891), *F. duorarum* (Burkenroad 1939) y *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus 1767) en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica*, 18(3), 199-208.
- Ogburn, M., ...y Browder, J. (2013). Endogenous swimming activity rhythms of postlarvae and juveniles of the penaeid shrimp *Farfantepenaeus aztecus*, *Farfantepenaeus duorarum*, and *Litopenaeus setiferus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 440, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.12.007>
- Ortiz, M., Lalana, R. y Varela, C. (2012). Guía ilustrada para la identificación de los camarones comerciales (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeoidea) de Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Biológicas*, 1(1), 49-69.
- Padilla-Serrato, J. G. (2016). Estructura comunitaria y trófica de los peces en la laguna costera de las Guásimas, Sonora, México [Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.]. <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/77>
- Peniche, V. R. F. (1979). Estudio estacional de los crustáceos en la laguna Grande de Mandinga, Veracruz [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/pmig2019/0001970/Index.html>
- Pérez Castañeda, R., y Defeo, O. (2003). Influence of estuarine zonation on exploited shrimp populations in a mexican biosphere reserve: a feature for management and conservation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(4), 781-784. <https://doi.org/10.1017/S0025315403007793h>
- Pérez-Castañeda, R., ...y Vázquez-Sauceda, M. L. (2010). Distribution of *Farfantepenaeus aztecus* and *F. duorarum* on submerged aquatic vegetation habitats along a subtropical coastal lagoon (Laguna Madre, Mexico). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(3), 445-452. <https://doi.org/10.1017/S0025315409990865>
- Pérez-Castañeda, R., ...y González-Saldaña, J. A. (2012). Estructura poblacional de camarones peneidos explotados en dos zonas pesqueras de la laguna Madre, Tamaulipas. *Ciencia y Mar*, 16(48), 25-30.
- Pérez-Farfante, I. (1969). *Western Atlantic shrimps of the genus Penaeus*. United States Fish and Wildlife Service.
- Perez-Farfante, I. y Kensley, B. (1997). *Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera*. French National Museum Natural History.
- Poppe, L. J., ...y Polloni, C. F. (2000). *Grain-size analysis of marine sediments: methodology and data processing*. U.S. Geological survey open-file report 00-358. <https://pubs.usgs.gov/of/2000/of00-358/text/chapter1.htm>
- Puentes-Salazar, A., Cervantes-Hernandez, P. y Gómez-Ponce, M. A. (2020). The seasonal entrance of *Penaeus setiferus* and *Penaeus duorarum* postlarvae into Términos Lagoon, Campeche, México. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(2), 237-246. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue2-fulltext-2411>
- QGIS (QGIS Geographic Information System). (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>
- Ramírez-Rodríguez, M. E. (2002). Impacto de las vedas en la pesquería del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* en la sonda de Campeche, México [Tesis de Doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18175/ramirezro2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez-Rodríguez, M. y Arreguín-Sánchez, F. (2000). Growth of pink *Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad, 1939 in Campeche sound, México. *Crustaceana*, 73(10), 1263-1272. <https://doi.org/10.1163/156854000505245>
- Ramírez-Rodríguez, M., Arreguín-Sánchez, F. y Lluch-Belda, D. (2003). Recruitment patterns of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the southern gulf of México. *Fisheries Research*, 65(1-3), 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.09.008>

- Ramírez-Rodríguez, M., Arreguín-Sánchez, F. y Lluch-Belda, D. (2006). Efecto de la temperatura superficial y la salinidad en el reclutamiento del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* (Decapoda: Penaeidae), en la Sonda de Campeche, Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 54(4), 1241-1245. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i4.3101>
- Ramírez-Rodríguez, M., Chávez, E. A. y Arreguín-Sánchez, F. (2000). Perspectiva de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad) en la sonda de Campeche, México. *Ciencias Marinas*, 26(1), 97-112.
- Ramírez-Rodríguez, M., Santos-Ortega, Y. y Navarrete-del-Proo, A. (2004). Juvenile pink shrimp, *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939): length composition in three nursery areas in Campeche sound, Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 77(9), 1107-1116. <https://doi.org/10.1163/1568540042900240>
- Ramos-Miranda, J., ...y Do-Chi, T. (2001). Variables ambientales como factores importantes en la distribución y abundancia de juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) en la laguna de Términos, sur del golfo de México. En R. C. LeRoy (Ed.). *Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (pp. 242-257). Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Raz-Guzman A. y Corona A. (2003). Seagrass biomass and faunal abundance in Laguna de Alvarado, Mexico. *Gulf of Mexico Science*, 21(1), 118-119. En Ibarra-Obando, S. E. (2003). Dedicated section: The fifth international seagrass biology workshop, 7-11 October 2002, Ensenada, Baja California, Mexico. *Gulf of Mexico Science*, 21 (1), 99-144. <https://doi.org/10.18785/goms.2101.11>
- Reguero, M. y García-Cubas, A. (1993). Moluscos del complejo lagunar Larga-Redonda-Mandinga, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *Hidrobiológica*, 3(1 y 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, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2012/mayo/0680442/Index.html>
- Riera, P., ...y Richard, P. (2000). Utilization of estuarine organic matter during growth and migration by juvenile brown shrimp *Penaeus aztecus* in a South Texas estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 199, 205-216. <https://doi.org/10.3354/meps199205>
- Rocha-Ramírez, A., ...y Molina-Bezies, H. (1996). Clave de identificación para estadios zoea, mysis, postlarvas (Caridea y Penaeidea) y megalopas (Anomura y Brachyura) de la laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Zoología*, (1), 1-22.
- Rogers, B., ...y Blanchet, R. (1993). Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the Northwestern Gulf of Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 36(4), 377-394. <https://doi.org/10.1006/ECSS.1993.1023>
- Rodríguez-Varela, A. C., Barreto-Segura, O. A. y Vázquez-López, H. (2019). Diversidad de invertebrados bentónicos del Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México. *Novitates Caribaea*, 14,128-146. <https://doi.org/10.33800/nc.v0i14.205>
- Rodríguez-Varela, A. C., Barreto-Segura, O. A. y Vázquez-López, H. (2020). Variación espacio-temporal de tres especies de tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) en el Sistema Lagunar de Mandinga, Veracruz, México en el periodo 2008-2015. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 13, 975-1008. <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2020.13.77320>
- Rodríguez-Varela, A. C., ...y Cruz-Gómez, A. (2022). Caracterización sedimentológica del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México. *BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología*, 15, 1077-1104. <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2022.15.83061>
- Romeu, E. 1996. El camarón, biodiversidad y recurso. *Biodiversitas*, 10, 1-8.
- Rosas, C., ...y Soto, L. A. (1998). Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus* juveniles. *Marine Ecology Progress Series*, 174, 67-75. <https://doi.org/10.3354/meps174067>
- Rosas, C., ...y Soto, L. A. (1999). The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption, ammonia excretion and osmotic pressure of *Penaeus setiferus* (Linnaeus) juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 234(1), 41-57. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(98\)00139-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(98)00139-7)

- Rosas, C., ...y Sánchez, A. (2004). La condición reproductiva del camarón blanco *Litopenaeus setiferus* (Crustacea; Penaeidae): evidencias de deterioro ambiental en el sur del Golfo de México. En M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.). *Diagnóstico ambiental del Golfo de México* (pp. 73-87). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
- Rozas, L. P. y Minello, T. J. (2011). Variation in penaeid shrimp growth rates along an estuarine salinity gradient: Implications for managing river diversions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 397(2), 196-207. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.12.003>
- Ruiz, T., Vázquez-Bader, A. R. y Gracia, A. (2013). Asociaciones de megacrústáceos epibentónicos en la Sonda de Campeche, golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(1), 280-290. <https://doi.org/10.7550/rmb.27685>
- Sánchez, A. J. (1997). Habitat preference of *Penaeus duorarum* Burkenroad (Crustacea: Decapoda) in a tropical coastal lagoon, southwest gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 217(1),107-117. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(97\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00049-X)
- Sánchez, Z. A. (1979). Efecto de la salinidad y temperatura sobre el balance hidrosalino de los peneidos de la laguna de Mandinga, Veracruz [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/pmig2019/0001987/Index.html>
- Sánchez, A. J. y Soto, L. A. (1987). Camarones de la Superfamilia Penaeoidea (Rafinesque, 1815) distribuidos en la plataforma continental del suroeste del golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 14(2), 157-180.
- Sánchez, A. J. y Soto, L. A. (1993). Distribución de camarones inmaduros (*Decapoda: Penaeidae*) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 41(1), 81-88.
- TEM (The Environment Management). (2016). *Equipos estandarizados para muestreos hidrobiológicos*. <https://tem.com.pe/wp-content/uploads/2016/04/Brochure-2016-II.pdf>
- Trejo, L. B. (2015). Variación temporal del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* en la costa de Veracruz durante 1999-2000 [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. [https://www.uv.mx/veracruz/mep/files/2012/10/Tesis\\_Beatriz-Trejo-Lopez.pdf](https://www.uv.mx/veracruz/mep/files/2012/10/Tesis_Beatriz-Trejo-Lopez.pdf)
- Wakida-Kusunoki, A. T. (2011). Biología y pesquería del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* en el noreste de México [Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nayarit]. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1775>
- Wakida-Kusunoki, A. T., García-Solorio, L. y Vázquez-Benavides, N. G. (2008). Abundancia de juveniles de camarones peneidos comerciales en la zona norte de Laguna Madre, México. *Hidrobiológica*, 18(1), 85-88.
- Wakida-Kusunoki, A. T., Solana-Sansores, R. y González-Cruz, A. (2005). Estimación de la abundancia de camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*) en las costas de Tamaulipas, 2002. *CICIMAR Oceanides*, 20(1,2), 17-27. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v20i1-2.19>
- Wakida-Kusunoki, A. T., ...y Arreguín-Sánchez, F. (2010). Estimación de la emigración del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* a través de la boca del Mezquital, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica*, 20(3), 256-265.
- Wakida-Kusunoki, A. T., ...y Medellín-Ávila, M. (2006). Camarón del golfo de México y Mar Caribe. En F. Arreguín-Sánchez, ... y V. Rangel-Dávalos (Eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México, evaluación y manejo* (pp. 427-476). Instituto Nacional de la Pesca.
- Wentworth, C. K. (1936). The method of moments. *Journal of Sedimentary Research*, 6(3), 158-159. <https://doi.org/10.2110/jsr.6.158>
- Williams, A. B. (1984). *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press.
- WoRMS (World Register of Marine Species). (2024). *World register of marine species*. <https://www.marinespecies.org/about.php>
- Zaixso, H. E. (2002). *Manual de campo para el muestreo de bentos*. Universidad Nacional de la Patagonia.

Anexo

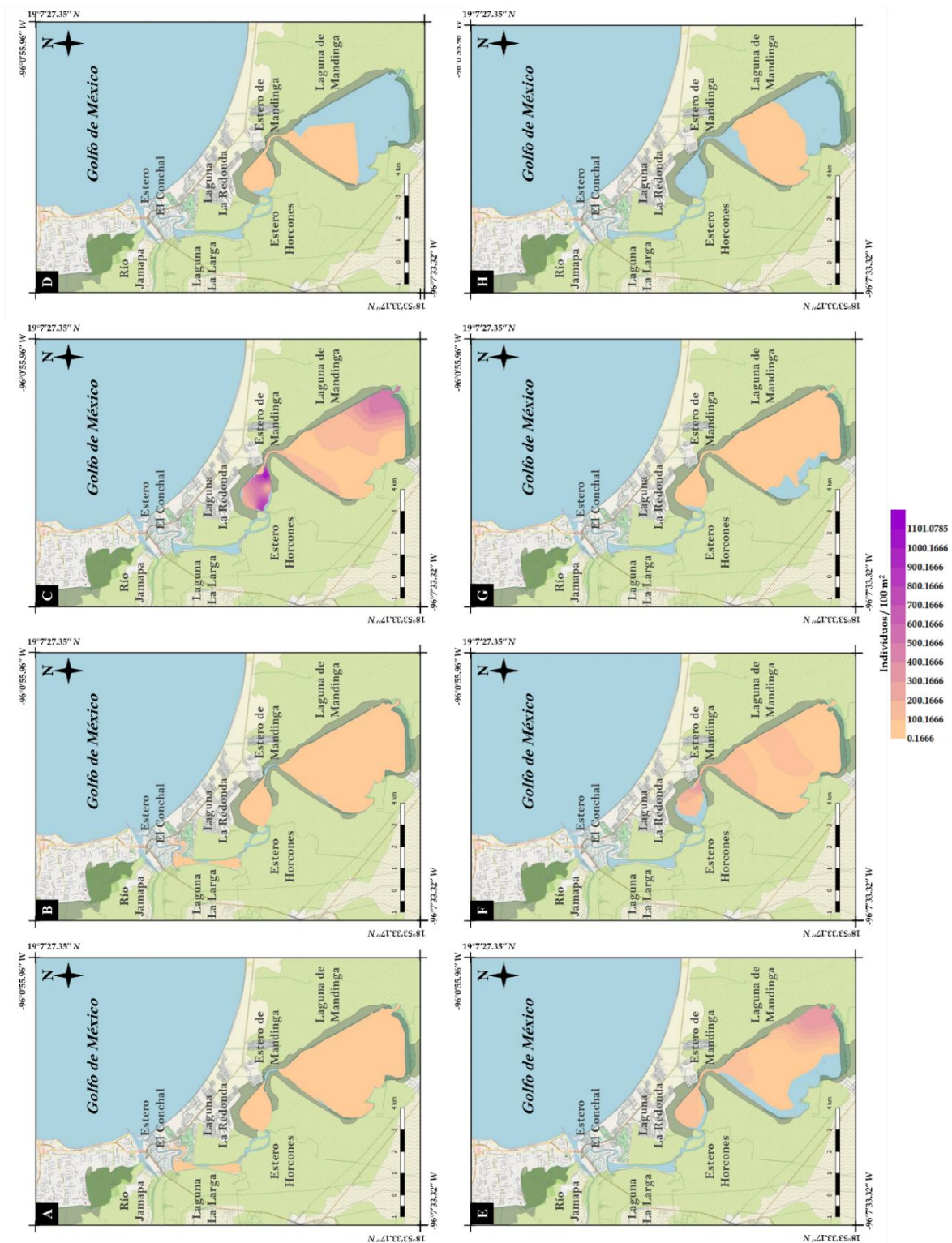
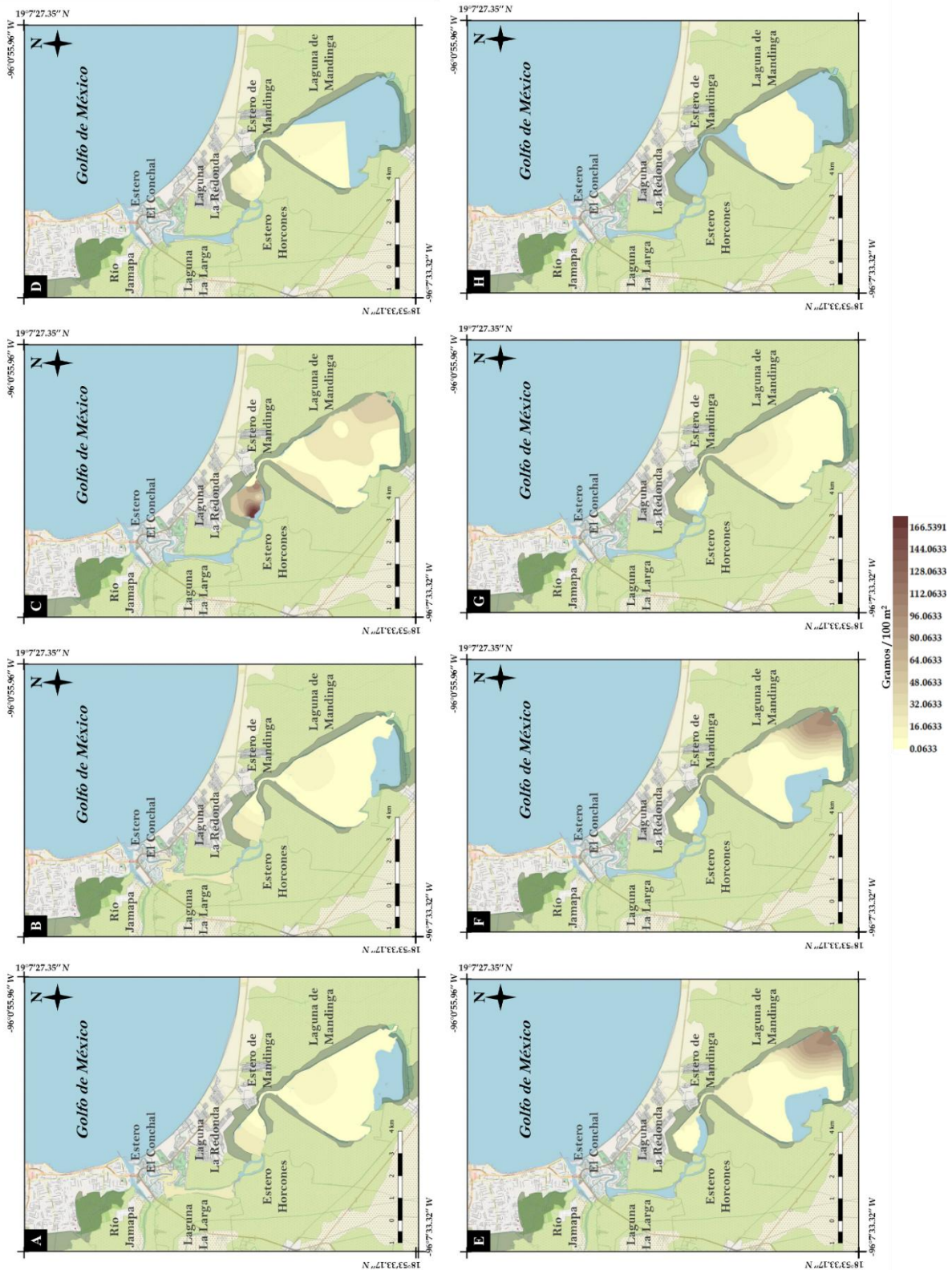


Fig. 10. Variación espacio-temporal de la densidad de *Penaeus aztecus* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015/ Fig. 10. Space-time variation in the density of *Penaeus aztecus* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.



**Fig.11.** Variación espacio-temporal de la biomasa de *Penaeus aztecus* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015/**Fig. 11.** Space-time variation in the biomass of *Penaeus aztecus* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.

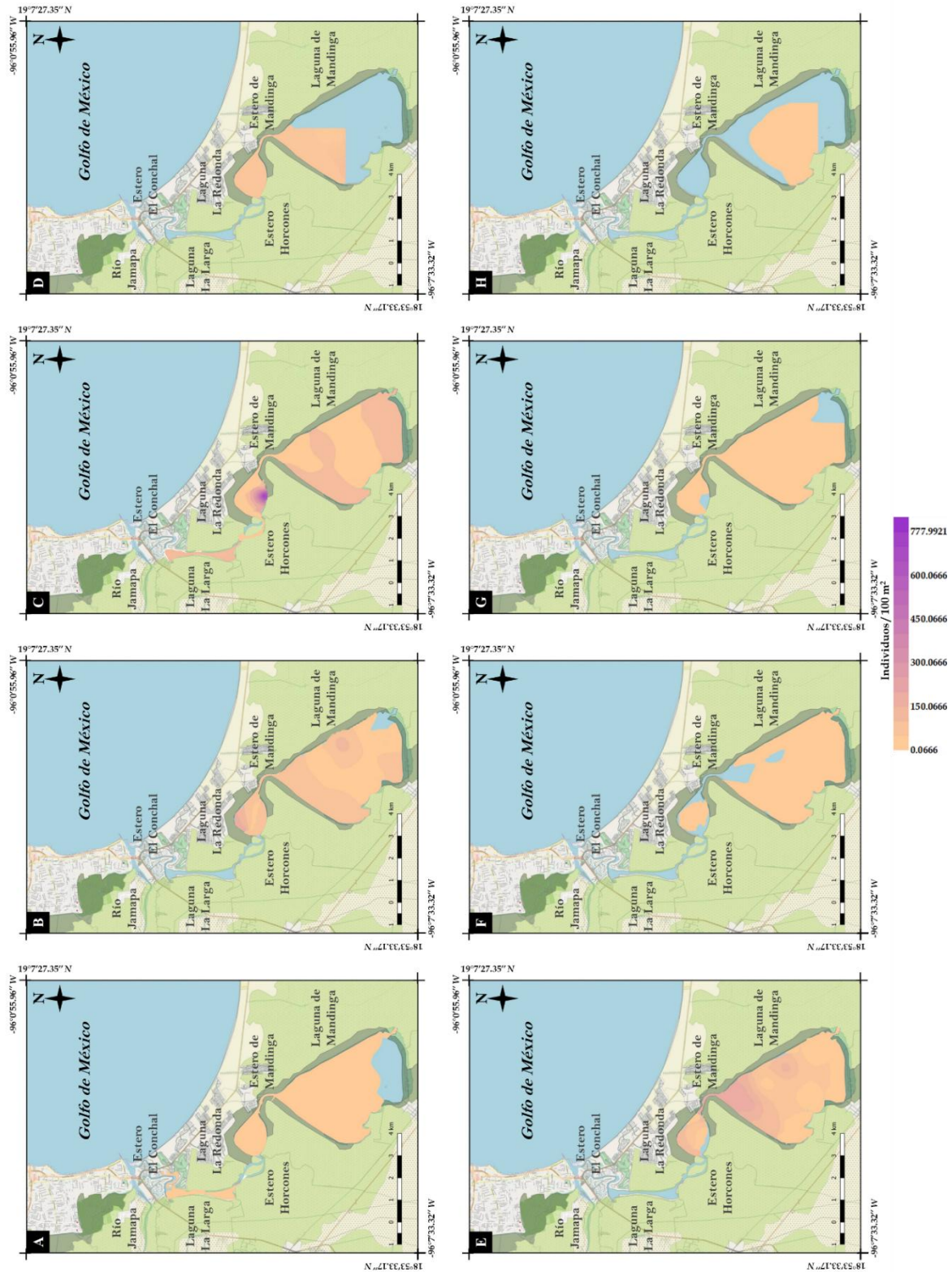


Fig. 12. Variación espacio-temporal de la densidad de *Penaeus duorarum* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015/ Fig. 12. Space-time variation in the density of *Penaeus duorarum* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.

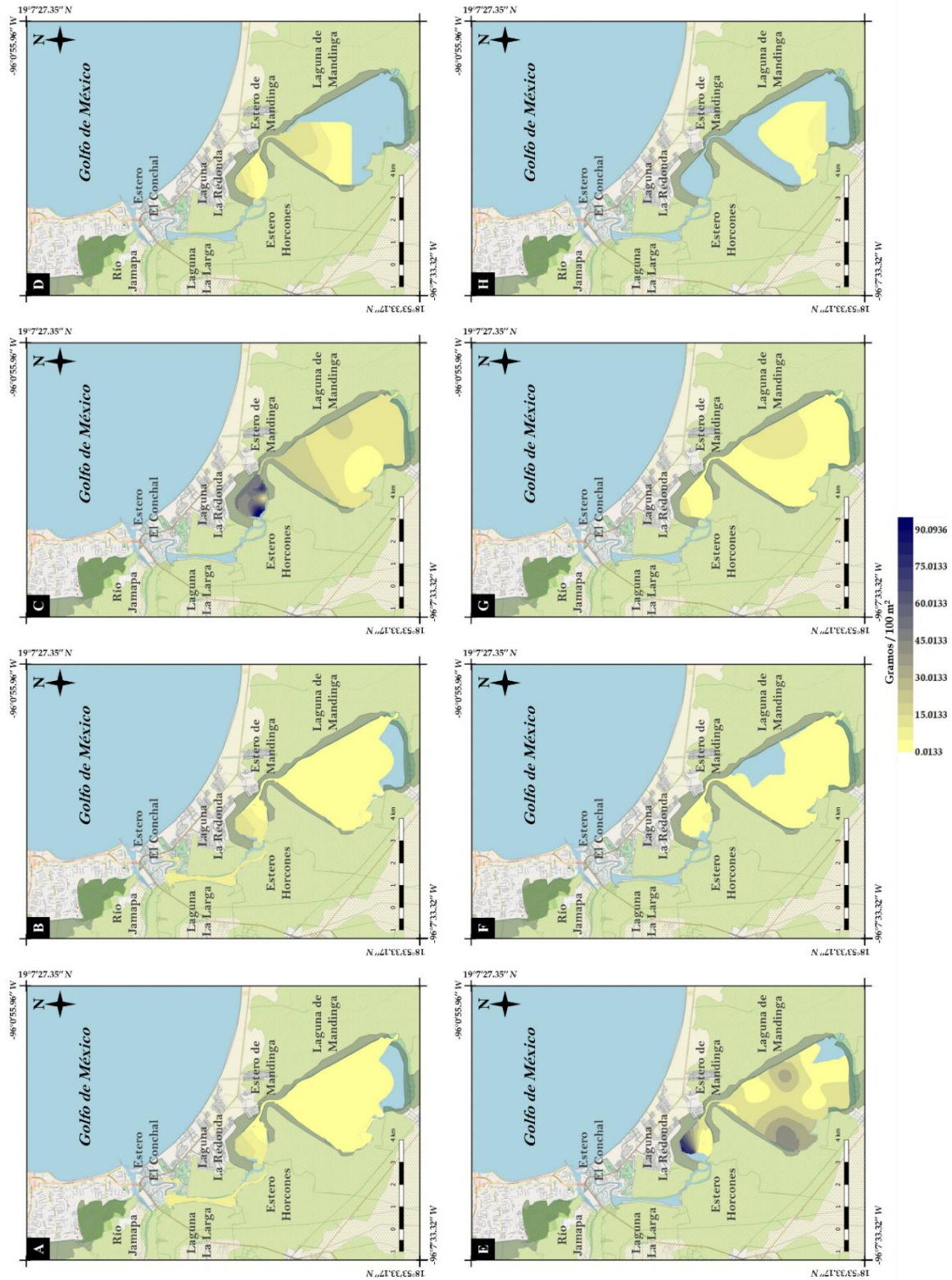


Fig. 13. Variación espacio-temporal de la biomasa de *Penaeus duorarum* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015 / Fig. 13. Space-time variation in the biomass of *Penaeus duorarum* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.

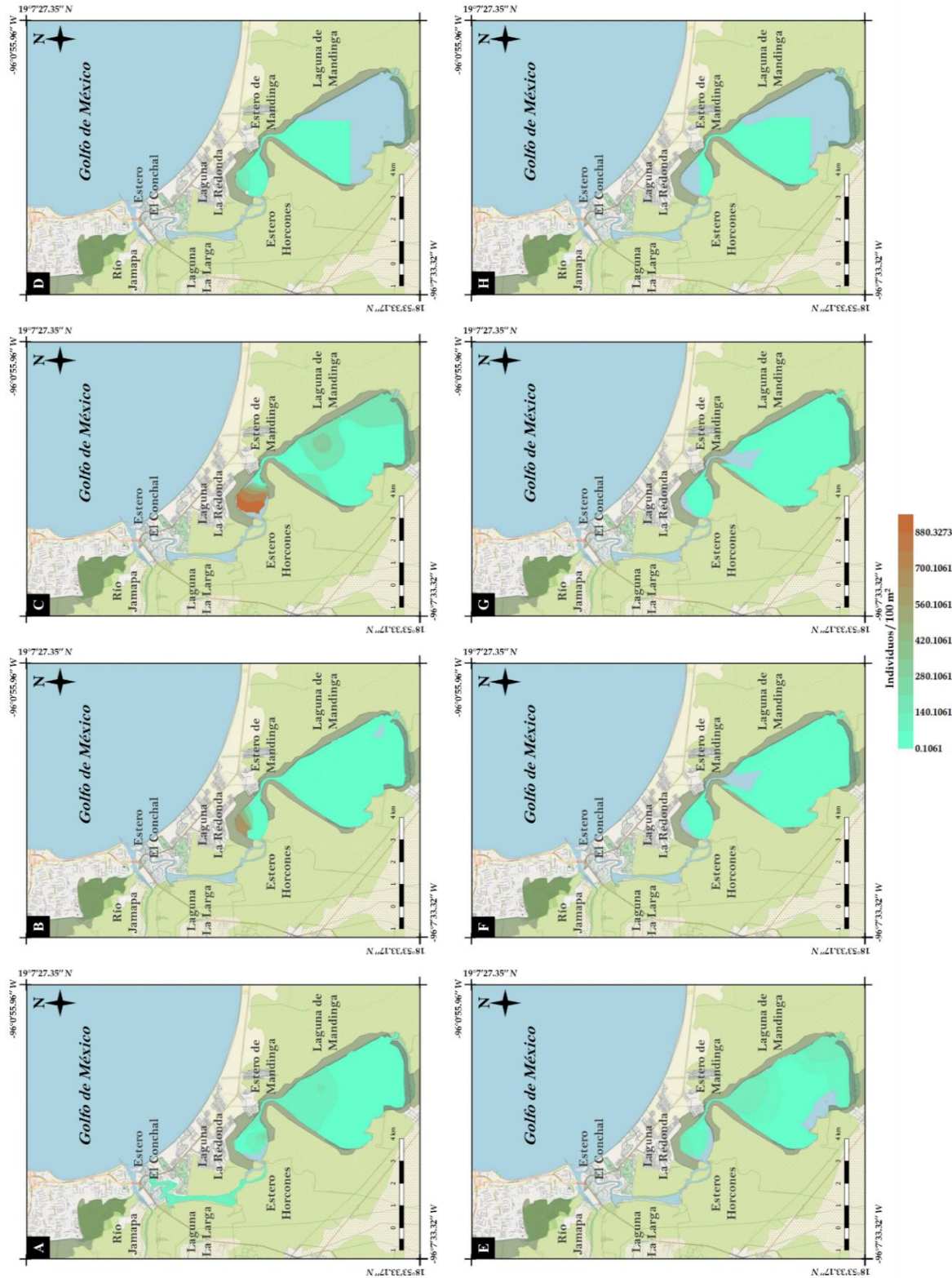


Fig. 14. Variación espacio-temporal de la densidad de *Penaeus setiferus* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015/ Fig. 14. Space-time variation in the density of *Penaeus setiferus* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.

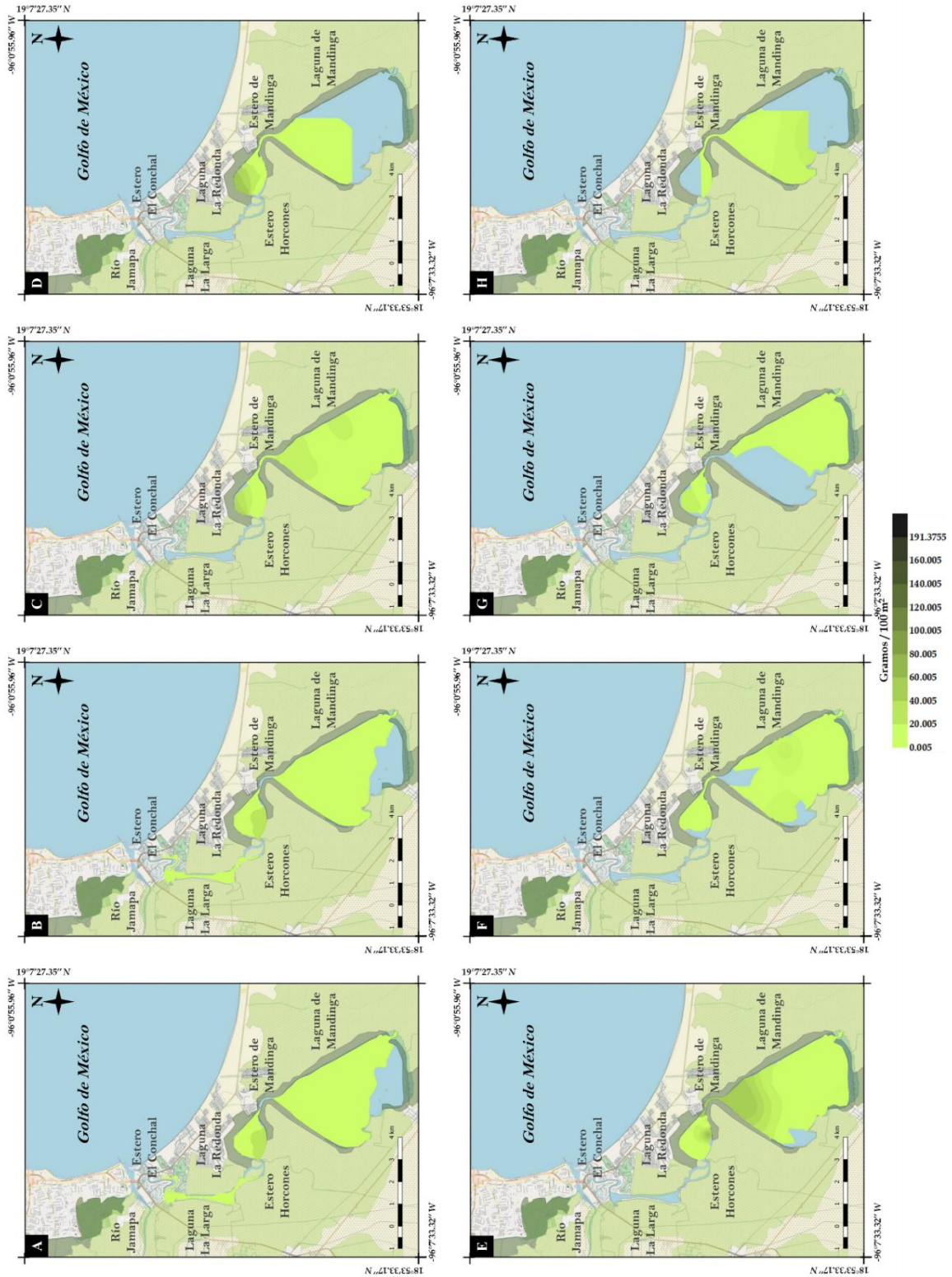


Fig. 15. Variación espacio-temporal de la biomasa de *Penaeus setiferus* en el SLM durante el periodo de estudio. A 2008, B lluvias 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015/ Fig. 15. Space-time variation in the biomass of *Penaeus setiferus* in SLM during the study period. A 2008, B rainy 2008, C 2009, D 2010, E 2011, F 2012, G 2013, H 2015.