



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

**DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y BIOMASA DE  
*Lucifer faxoni* BORRADAILE, 1915 (DECAPODA:  
SERGESTOIDEA) DENTRO DEL PARQUE  
NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO.**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A

**Jesús Alfonso Pérez Ramos**

DIRECTOR DE TESIS  
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2016





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMENTOS**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas para mi formación académica, porque me permitió crecer como persona y porque ella me brindo uno de los tesoros más grandes que el ser humano puede tener... “el conocimiento”.**

**A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por permitirme cumplir uno de mis más grandes sueños, sobre todo, por mi formación como biólogo, por darme la dicha de defender tus colores y por todos y cada uno de los momentos que me regalaste dentro de tus instalaciones, que buenos o malos, los llevare siempre en mi memoria, no me queda más que decir... “gracias Iztacala, gracias a mi segunda casa, hoy y siempre orgullosamente Iztacalteca”.**

**A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-UNAM), particularmente al PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA- proyecto de “ANÁLISIS TAXONÓMICO Y BIOECOLÓGICO DE LOS MACROCRUSTÁCEOS BENTÓNICOS ASOCIADOS A LOS PARQUES NACIONALES ARRECIFALES DEL CARIBE MEXICANO: UN ESTUDIO INTERINSTITUCIONAL”, PAPIIT-IN220715, por el apoyo financiero en las actividades de campo en las áreas naturales protegidas del caribe mexicano, Quintana Roo. Número de permiso PPF/DGOPA-051/15.**

**Al Laboratorio de Crustáceos por brindarme un lugar donde desarrollar el presente trabajo y por apoyarme en esta etapa tan importante de mi formación.**

**A mi asesor el Dr. Sergio Cházaro Olvera, una persona y profesor ejemplar a quien le estaré siempre agradecido. Gracias por todas sus enseñanzas, sus conocimientos, sus consejos, porque aparte de ser nuestro profe, fue otro gran amigo dentro del laboratorio, todas las pláticas, bromas, chistes me los llevo con una sonrisa en la memoria. Gracias por su paciencia doc, y porque con su apoyo ahora tengo mi**

**primera oportunidad de desarrollarme como profesional, créame no se me olvida eh!  
INFINITAS GRACIAS.**

**A mis asesores, Dr. Manuel, Dr. Winfield, Profesor José Luis y Profesor Rafael por su valioso tiempo e importantes opiniones en la revisión de esta tesis.**

**Y por último a todos y cada uno de los profesores y profesoras que contribuyeron a mi formación, que se encargaron de engrandecer mi interés, mi curiosidad y mi pasión por todos los seres vivos, ya que fueron ellos también, quienes me abrieron las puertas de otro mundo completamente diferente, al que me enseñaron a amar y respetar, gracias por tantas horas de su tiempo, por tantas lecciones, gracias a mis ahora colegas.**

## **DEDICATORIAS**

**A mis padres, Amanda y Luis antes que nada, gracias por darme la vida, por todo su amor, porque ustedes son los principales culpables que yo esté aquí, realizando uno de mis más grandes sueños, gracias por educarme fuera de la escuela, por estar siempre para mí, por siempre apoyarme aunque a veces falle, porque me han dado todo e incluso más de lo que he necesitado. Siempre me dijeron que el bien era para mí, pero también siempre lucharon por darnos una escuela, y eso es algo que nunca se los voy a dejar de agradecer. Hoy sé que están orgullosos y ahora espero regresarles un poquito de todo lo que han hecho por mí y mis hermanos.**

**Mamá, tú me has dicho que no eres una madre perfecta, pero créeme, para mi eres la mejor del mundo y doy gracias a la vida de que seas mi madre; porque incluso desde antes que me conocieras ya luchabas y apostabas por mí; gracias por no rendirte, por todas tus noches de desvelo, por esos cuadernos que tantas veces forraste, por esos desayunos, por llevarme a la escuela, por tantas juntas, tantas boletas, por aventarme mi balón a la hora del recreo y porque no, disculpa uno que otro coraje.**

**Papá, que te puedo decir, te admiro, siempre tan trabajador, tan tranquilo, viendo que no nos faltara nada, gracias por ser como eres, por tus tal vez pocos, pero muy sabios consejos, por enseñarnos a trabajar, a planear, porque aunque nos hacías muchas bromas, era tu forma de demostrarnos tu cariño, sé que lo material va y viene pero hoy gracias a tu trabajo y al de mamá pude terminar una carrera, gracias infinitas papá.**

**A mis hermanos, José Luis, Jorge y Alejandra, por ser parte de este sueño, ustedes tienen mucho que ver en esto, desde un dibujo para la ceremonia, un diseño súper pro, hasta un video completo; gracias por ser mis hermanos y por todas y cada una de sus DONACIONES económicas a esta u otras causas.**

Güicho, por cada llamada de atención que bien o mal dejan algo que aprender, por mostrarme un poquito de este mundo de la biología; Jorge, tu por ser una lección de vida canal, por nunca quebrarte, sé que lograras por lo que estas luchando y por en ocasiones ser mi mejor confidente; Alemon, que te digo hermana, crecimos juntos y aunque muchas veces peleábamos fuiste un gran apoyo en todo el camino, sigue haciendo lo que te haga feliz, pero sigues tu ok? Los amo hermanos.

A mis abuelos, Pascuala y Antonio, que aunque no los conocí sé que estarían orgullosos y hubieran sido unos grandes abuelos, algún día tendré la dicha de conocerlos. Marcelina y Celestino, lección de vida y de sinónimo de lucha, los extraño mucho, quisiera un día como aquellos en el pueblo, ahora están juntos y espero estén tan contentos como yo en estos momentos, los recordare por siempre.

Daniela... no sé qué nos tenga preparado la vida, si es juntos o no, pero algo me dice que será extraordinario, a ti por que llegaste a mi vida de sorpresa, pero estoy más que seguro que fue el momento exacto para conocernos, a ti porque me has dado una de las lecciones de vida más grandes que conozco, a ti por estar a mi lado hoy, cerrando este capítulo de mi vida, a ti por tu confianza, tu respeto, tu amor, por creer en mí, por no rendirte, mi bióloga favorita!! El tiempo es relativo, pero en muy poco te has convertido en una de las personas más importantes en mi vida, y una motivación más para mejorar cada día como profesional y como ser humano,,, gracias por apostar por mí, sé que hoy estarás orgullosa y recuerda... “quiero bailar una vida junto a ti” Te amo.

Amigos; tendría que escribir muchas tesis más para poder agradecer a cada uno de ustedes, todos han sido importantes.

A los boca seca: Vianey, “Pollo”, “Borre”, “Moy”, “Cuñado”, “Paco” e Iván; por siempre estar ahí como algo más que amigos, porque de todos he aprendido algo, ya forman parte de mi vida, los quiero!

**Prepa 9; cuantos recuerdos, cuantas lecciones, de las mejores etapas, todo tan fácil al lado de ustedes: “Pollo”, “Mogly”, Ceron, “Robert” “Zarco”, “Fer”, “Cocos” Anahí, a toda la banda de sicarios y del asta, cada uno dejo algo especial en mí, muy a su estilo, pero por siempre en mi memoria amigos.**

**A todos mis grandes amigos, compañeros y colegas de la carrera: Felipe, estas cañón we, gracias por tanto en tan poco, eres de lo mejor hermanito. Martín, Álvaro, Iván, Omar, Rulo, Diego iguana, Ray, Aarón Gus, Ariel, a todos los del 53, 03, los del vivario, a Ramsés, mi más grande asesor en las artes oscuras de la biología celular y molecular, gracias we! A los de la selección, y a todos lo demás que pueda perder entre estas líneas, los llevo en el corazón hermanos.**

**Amigas: Pau Valle, neta gracias por cruzarte en mi camino, te quiero we! Dani Nuñez, en tan poco tiempo te convertiste en mi mejor amiga, gracias por esas pláticas de camión, por tantas risas y por tantos consejos, te quiero amiga, Chalma y El Tepe se respetan ok? A las tardigradas del 53; Vanessa my friend, Maggie, Norma, Tania, Mayra, siempre me ayudabas tanto, muchas pláticas y risas amiga al igual que tu Oli, ejemplo a seguir eh! Ingeniera-Bióloga, muchas gracias a las dos.**

**A todo el crusteam, por su apoyo, platicas, risas y chistes en el Laboratorio, “Kika”, “Dianita”, Saúl, “Mini”, Ariel, Diego, Cristopher, Julio y a la nueva sangre “Zol” y “Viri” rífense chavas!**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>9</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACION.....</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>MATERIAL Y METODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Área de estudio.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Trabajo de campo.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Trabajo de laboratorio.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. Análisis Estadístico.....</b>	<b>19</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>Distribución y densidad espacial.....</b>	<b>23</b>
<b>Abundancia Temporal.....</b>	<b>27</b>
<b>Proporción de sexos.....</b>	<b>29</b>
<b>Biomasa.....</b>	<b>29</b>
<b>Fecundidad.....</b>	<b>32</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>Distribución y densidad espacial.....</b>	<b>34</b>
<b>Abundancia Temporal.....</b>	<b>37</b>
<b>Proporción de sexos.....</b>	<b>39</b>
<b>Biomasa.....</b>	<b>40</b>
<b>Fecundidad.....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>



## RESUMEN

La función principal de muchas especies componentes del zooplancton es la aportación de energía en las redes tróficas como recicladores de nutrientes. La especie *Lucifer faxoni* forma parte importante de zooplancton en diferentes sistemas marinos, sin embargo, la información y estudios realizados siguen siendo escasos en el mundo, e incluso inexistentes para el Golfo de México y el PNSAV, es por lo que el presente trabajo tiene por objetivo contribuir con el conocimiento de la morfología, distribución, abundancia y biomasa de la especie dentro del PNSAV. Se realizó la descripción y elaboración de imágenes de las características morfológicas diacríticas de la especie como son: ubicación del petasma, presencia del espermatóforo en machos, sexto pleonito de un macho donde se localizan las espinas en posición ventral, protuberancia ventral en el telson en machos, retención de huevos bajo el tercer pereópodo y posición de la espermateca en hembras. Se determinó que *Lucifer faxoni* se distribuye principalmente en la parte norte de la desembocadura del río Jamapa, en las estaciones más alejadas de la costa en región sur del parque nacional con valores inclusive mayores a  $1700 \text{ org.} \cdot 100\text{m}^3$ , debido a la gran cantidad de materia orgánica y que es una área de menor estrés. La distribución de *L. faxoni* dentro del PNSAV depende en gran medida de la época del año, la dirección de las corrientes y fenómenos climáticos. La abundancia se incrementa durante el mes de marzo con alrededor de 6,800 organismos, debido al inicio de la temporada de reproducción y nutrientes disponibles. La proporción de sexos promedio fue de  $1\text{♀} : .62\text{♂}$  lo cual es similar con lo reportado para la especie y para otros crustáceos decápodos. La biomasa de los grupos que conforman el zooplancton durante los meses y transectos estudiados presentaron un primer pico en la época de secas (marzo) con  $133,760 \text{ mg}/100\text{m}^3$  y un segundo pico en lluvias con  $56,218 \text{ mg}/100\text{m}^3$ , de tal forma que al ser *Lucifer faxoni* un importante componente del zooplancton dentro del PNSAV su aumento está regulado por factores como su reproducción y nutrientes en el agua registrándose la mayor biomasa en los meses de marzo a junio con valores de 2189 a  $5283 \text{ mg}/100\text{m}^3$ . Los valores de fecundidad fueron de  $7.10 \pm 3.43$  huevos para hembras de  $12.28 \pm 0.59 \text{ mm}$  y de  $5.80 \pm 3.17$  para hembras de  $12.30 \pm 0.75 \text{ mm}$ , valores que se encuentran dentro del intervalo encontrado en otros estudios.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente México se encuentra dentro de los 17 países considerados megadiversos al poseer cerca del 10% de la biodiversidad global con 65,000 especies descritas (WCMC, 1994; Groombridge y Jenkins, 2002), esto debido en gran parte a su ubicación geográfica en la cual interactúan dos grandes regiones biogeográficas: la neártica y la neotropical lo que se refleja en la gran cantidad de ecosistemas tanto terrestres como acuáticos que se presentan a lo largo del territorio.

Dentro de los ecosistemas acuáticos presentes en México se encuentran los arrecifes de coral con cerca de 30 formaciones que se desarrollan entre los 2 y 40 m de profundidad sobre la plataforma continental. Los arrecifes abarcan desde el sur del Caribe Mexicano, dónde se forma parte del sistema arrecifal beliceño, hasta la laguna de Tamiahua (Moore, 1958).

Después del Caribe mexicano, el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) representa e segundo complejo arrecifal de mayor importancia en la zona Económica Exclusiva (ZEE) del territorio nacional. El PNSAV se conforma por más de 20 bancos arrecifales que representan un centro de dispersión y conectividad entre el Mar Caribe y el Golfo de México (Jordan-Dahlgren, 2004).

Los arrecifes como los presentes en el PNSAV pueden ser clasificados como atolones, costeros, de plataforma y de barrera según su origen, forma y cercanía a la costa. Su importancia radica en todas las funciones ecológicas y servicios ambientales que brindan al evitar la erosión de las playas, disminuir la fuerza del oleaje y al actuar como barrera

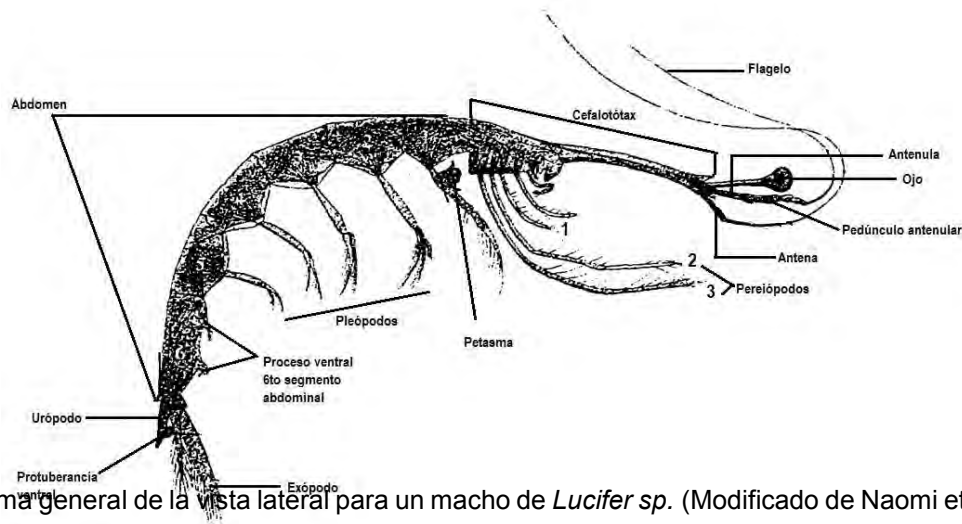
contra fenómenos como tormentas tropicales y huracanes (Romeo, 1995; Ruppert y Barnes, 1996). Además, constituyen uno de los ecosistemas más diversos ya que en ellos se presenta una gran variedad de invertebrados como son esponjas, cnidarios, tunicados, briozoarios, moluscos, anélidos, equinodermos y por último los crustáceos que son miembros importantes del arrecife ya que participan en numerosas interacciones con otros organismos, como son la alimentación, protección y reproducción (Ruppert y Barnes, 1996; Zhang, 2013).

El Subphylum Crustacea Brünnich, 1772, ocupa el tercer lugar en cuanto a número de especies dentro Phylum Arthropoda Latreille, 1829 con 73,141 especies reconocidas (Zhang, 2013). En los crustáceos, la Clase Malacostraca Latreille, 1802 es la más numerosa ya que contiene casi 75% de las especies conocidas (Ortíz *et al.*, 2007). Dentro de esta clase se encuentra el Orden Decápoda Latreille, 1803, que se divide en dos subórdenes: Pleocyemata Burkenroad, 1963 y Dendrobranchiata Bate, 1888, este último incluye a las Súper familias Penaeoidea Rafinesque, 1815 y Sergestoidea Dana, 1852 (De Grave *et al.*, 2009) donde se encuentran las Familias Luciferidae De Haan, 1849 y Sergestidae Dana, 1852. Los sergéstidos en general son camarones que se caracterizan por tener un rostro reducido, los últimos pereiópodos muy cortos y algunos pueden producir bioluminiscencia en diferentes partes del cuerpo, todos los sergéstidos son planctónicos, alcanzando tallas que van desde los dos hasta los 30 centímetros (Poore, 2004). Cuentan con un desarrollo larval característico de los crustáceos decápodos presentando estadios como nauplio, protozoea, zoea y postlarva (Boschi, 1981).

En la Familia Luciferidae se encuentra el Género *Lucifer* Thompson, 1829 (Figura 1), que se caracteriza por una “cuello” largo que se forma entre la órbita ocular y el margen

anterior de la boca, carecen de branquias y sus ojos son claramente pedunculados (Williams, 1984).

*Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 tiene un tamaño aproximado entre 10.5 y 12 mm; su ojo y pedúnculo ocular son de igual o menor longitud a la mitad del largo total del cuello, lo que es una característica diacrítica de la especie. Además en los machos el sexto segmento abdominal se estrecha hacia la punta de manera ventral (Naomi *et al.*, 2006). Otra característica importante de la especie es que sus ciclos de vida suelen ser muy cortos pero con altas tasas de crecimiento asociadas al desove secuencial de las hembras y a las estrategias de protección que estas tienen con los huevos; además a diferencia de otros camarones las hembras no incuban sus huevos en los pleópodos si no debajo de las somitas torácicas lo que puede favorecer la sobrevivencia de los huevos (Lee *et al.*, 1992).



**Figura 1.** Esquema general de la vista lateral para un macho de *Lucifer sp.* (Modificado de Naomi *et al.*, 2006).

*Lucifer faxoni* es de los pocos crustáceos decápodos holoplanctónicos que son clave en la dinámica de las redes tróficas marinas ya que es uno de los alimentos que más se pueden encontrar en los contenidos estomacales de peces costeros e incluso en los grandes filtradores como el tiburón ballena (Pascual *et al.*, 2002).

En algunos otros casos pueden llegar a participar en los ciclos biogeoquímicos como recicladores de nutrientes (Pascual *et al.*, 2002; Almeda *et al.*, 2013) o incluso pueden utilizarse como herramientas en la investigación del impacto de contaminantes sobre los ecosistemas marinos (EPOPEM, 1979; Sioku-Frangou y Papathanassiou, 1991). Por lo general habita en las zonas cercanas a la costa de regiones tropicales y subtropicales desde aguas poco profundas hasta los 200 metros de profundidad. Su distribución se encuentra fuertemente relacionada con parámetros como salinidad y temperatura del agua (Costa *et al.*, 2005 a, b; 2007). A nivel mundial se puede encontrar en el Océano Atlántico occidental, Golfo de México, Mar Caribe y el Océano Atlántico Oriental de Senegal hasta el Congo (Naomi *et al.*, 2006).

## **ANTECEDENTES**

López (1966), realizó un estudio sobre la biología de *L. faxoni* presente en las costas de Cananea, Brasil por medio de colectas quincenales a partir del mes de Enero de 1958 a Mayo de 1959. Sus resultados indican que las abundancias de machos y hembras adultos se incrementan en primavera y otoño; además de que realiza escalas para determinar la madurez sexual de los organismos a partir del desarrollo de sus estructuras reproductivas. Determina las tallas de machos sexualmente maduros (1.18mm) al igual que la de las hembras (1.19mm), y menciona que la proporción de sexos varía dependiendo la época del año.

Hartnoll (1967), realizó una recopilación de trabajos en los que se muestran las diferentes opiniones sobre la estructura del aparato reproductor femenino en el Género

*Lucifer*. Investiga si los oviductos se unen internamente con las espermatecas, por lo que realiza un estudio histológico de *Lucifer typus* H. Milne Edwards, 1837 en el que demuestra que no existe conexión interna entre oviductos y espermatecas; además, de asegurar que la fertilización en estos organismos es externa como en otros decápodos.

Huff y Cobb (1979), encontraron a *L. faxoni* en muestreos realizados en el centro este de la plataforma continental de Florida.

Fugimura *et al.* (2005), determinaron la distribución y abundancia espacio-temporal de camarones holoplanctónicos pertenecientes a las familias *Sergestidae* y *Luciferidae* en ocho estaciones dentro de la Bahía de Sepetia, Brasil, realizaron muestreos mensuales de Febrero de 2002 a Marzo de 2003 y encontraron a las especies *Acetes americanus* Ortman, 1983 y *L. faxoni*, con una mayor concentración en la región de la entrada de la bahía y mayor abundancia de *L. faxoni* en las épocas de primavera y verano.

Naomi *et al.* (2006), escribieron una monografía de los camarones planctónicos del género *Lucifer* presentes en las costas de la India, mencionando las características de las especies con amplia distribución incluyendo el Golfo de México en donde señalan a *L. faxoni* como una de las especies presentes.

Okolodkov *et al.* (2011), recopilaron información de 12 muestreos mensuales de abril de 2007 a mayo de 2008 en nueve estaciones oceanográficas en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Encontraron que la riqueza de especies fue mayor en junio y octubre de 2007 y el más bajo en abril, noviembre y diciembre del mismo año. Respecto a la riqueza de zooplancton fue más alta en abril y junio de 2007 y la menor en marzo de

2008. La biomasa dentro del parque presentó un pico de producción durante septiembre y octubre, al final de la temporada de lluvias, cuando las corrientes cambiaron de dirección.

Alves *et al.* (2012), realizaron un trabajo sobre la población de *L. faxoni* dentro de la costa sureste de Brasil, en la Zona litoral de Ubatuba, estableciendo nueve estaciones en tres zonas de diferente profundidad cada una. Analizaron aspectos como distribución abundancia y proporción de sexos, así como las tallas de los organismos recolectados. Los resultados mostraron que la abundancia de *L. faxoni* es mayor en primavera, así como la proporción de sexos cambia dependiendo la temporada de año y su distribución está estrechamente relacionada con los factores y parámetros ambientales.

Alves *et al.* (2014), realizan un estudio sobre los aspectos ecológicos y de madurez sexual de *L. faxoni*, en regiones cercanas a la costa de en Sao Paulo, Brasil, en la Bahía de Ubatuba, estableciendo 14 estaciones de muestreo siete en alta mar y siete en el área más cercana a la costa. Realizaron los muestreos entre noviembre de 2005 y enero de 2007, encontraron que la mayor densidad se presentó en los meses de Abril y Noviembre del 2007, la distribución fue significativamente mayor en las estaciones de alta mar y está fuertemente relacionada con los parámetros ambientales; la proporción de sexos fue mayor en todo momento en favor de las hembras; además, se determinó la madurez sexual de los organismos mediante la observación de diversas estructuras.

## **JUSTIFICACIÓN**

Aunque en los últimos años se ha mostrado interés en estos organismos debido a diversos factores como su amplia distribución a nivel mundial, la importancia que tienen

en las redes tróficas, y su importante función como recicladores de nutrientes, la información y estudios realizados sobre *L. faxoni* siguen siendo pocos en el mundo e incluso inexistentes para el Golfo de México más aún dentro del PNSAV por lo que con el presente trabajo se pretende hacer una contribución al conocimiento de la morfología, distribución, abundancia y biomasa de la especie dentro de uno de los ecosistemas de mayor complejidad e importancia ecológica.

## **OBJETIVOS**

General:

Analizar la abundancia, distribución y biomasa de *Lucifer faxoni* en el zooplancton del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

Particulares:

\*Analizar la distribución y abundancia de *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV.

\*Determinar la proporción de sexos para *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV.

\*Obtener la biomasa de *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV.

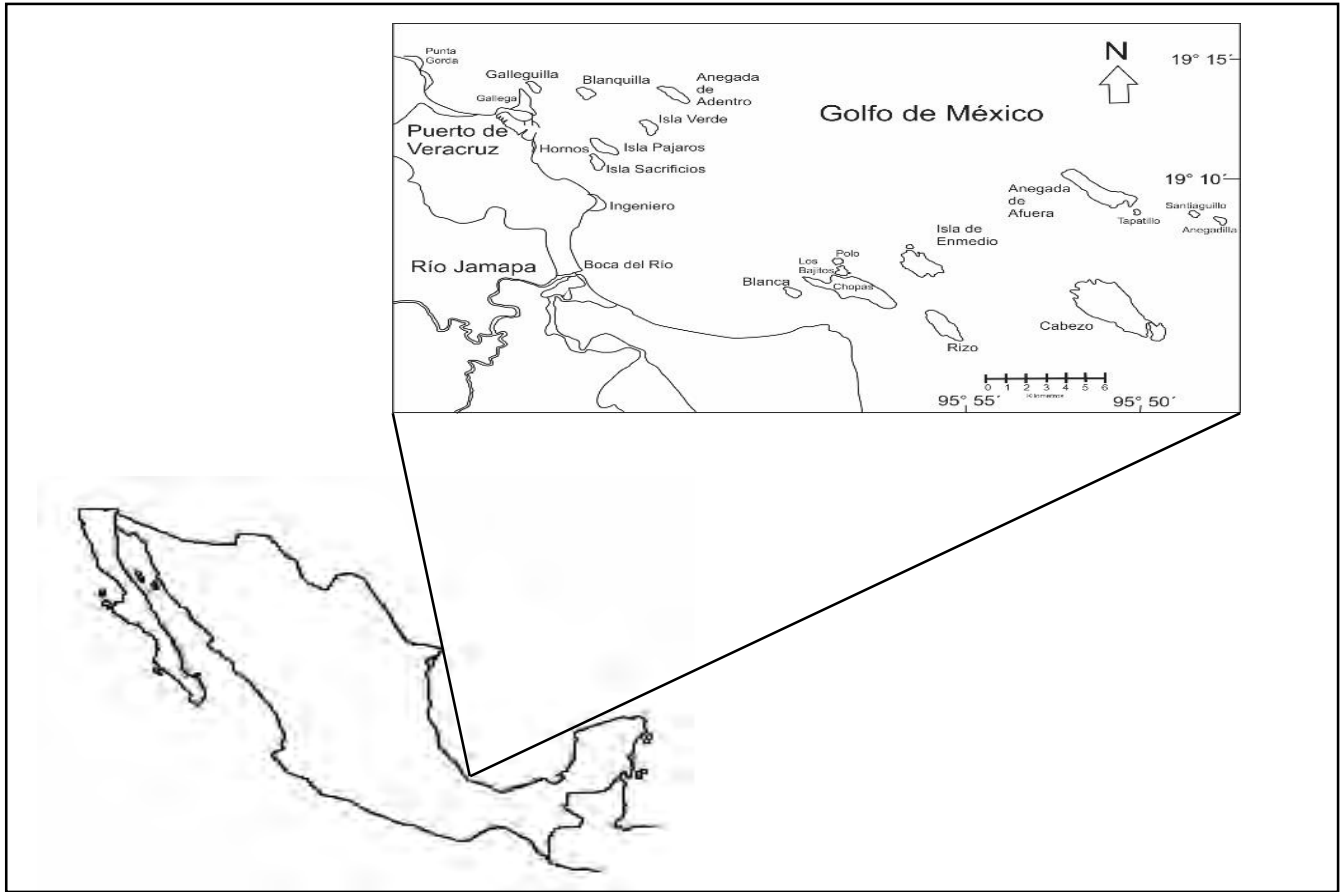
\*Determinar la fecundidad de *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV.

## **MATERIAL Y METODOS**

**Área de estudio.**- El PNSAV se localiza sobre la plataforma continental en el suroeste del Golfo de México frente al estado de Veracruz entre las coordenadas 19°00'00"-19°16'00" Latitud Norte, 95°45'00"-96°12'00" Longitud Oeste (Figura 2). El parque se compone por 23 bancos arrecifales divididos por la desembocadura del río Jamapa; 12 arrecifes frente al puerto de Veracruz denominado grupo Norte y 11 más frente el Municipio de Antón Lizardo llamado grupo Sur. En total ocupan una superficie de 52,283 hectáreas.



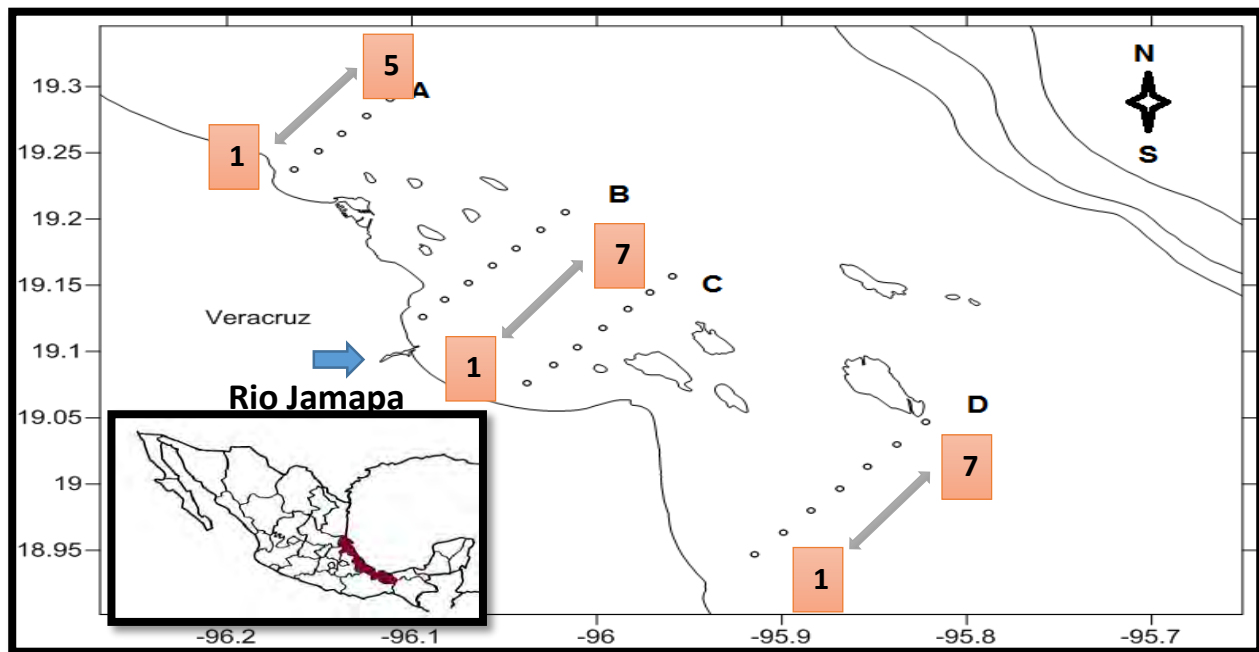
El parque se compone principalmente por bajos, islas y arrecifes de plataforma (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2013, Winfield *et al.*, 2013).



**Figura 2.-** Localización del PNSAV y los dos sectores de arrecifes coralinos: norte y sur.

El clima dentro del PNSAV es cálido-húmedo con dos épocas bien marcadas: la de nortes cuando las precipitaciones disminuyen que va de septiembre a abril, con temperaturas bajas y masas de aire frío provenientes del norte. La época de lluvias que se presenta de mayo a agosto, donde las temperaturas se elevan, la precipitación aumenta y los vientos son más débiles (Winfield *et al.*, 2013). La temperatura media anual en la zona arrecifal es de 26 °C (Chávez *et al.*, 2007).

**Trabajo en el campo:** La recolección de las muestras biológicas se realizó en los meses de junio, agosto y octubre del 2011; enero, marzo y mayo del 2012; y por último enero marzo y junio del 2013 por investigadores del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. Para el muestreo se establecieron mediante un GPS 26 estaciones de muestreo en el área del PNSAV las cuales se ubicaban sobre cuatro transectos perpendiculares a la costa (Figura 3). Se realizaron arrastres sobre las estaciones a 0.5 metros por debajo de la superficie del agua. Los arrastres tuvieron una duración de cinco minutos a una velocidad de tres nudos, la muestra se recolecto mediante una red cónica de 330  $\mu$ m, acompañada de un flujómetro marca General Oceanics.



**Figura 3.-** Red de estaciones de muestreo sobre el PNSAV.

Las muestras se concentraron y fijaron en frascos de 500 ml con 10 ml de formol al 4%, neutralizado con borato de sodio. Después de 24 horas el formol se cambió por alcohol al 70 %.

**Trabajo de Laboratorio:** En material biológico fue trasladado al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana, en donde fue separado el ictioplancton presente en muestra original, el resto del material fue transportado al Laboratorio de Crustáceos de la FES Iztacala, UNAM. Utilizando microscopio estereoscópico marca Motic modelo SMZ-168 se clasificaron los organismos al menor nivel taxonómico posible. Para la identificación y determinación de sexo de *L. faxoni* se utilizarán los criterios de Williams, (1984) y Naomi *et al.* (2006). Se elaborarán esquemas con ayuda de un microscopio Leica DM750 equipado con una cámara digital Omax 14MP USB 3.0 y Corel Draw X6, versión 16.0.0.

Para obtener la abundancia relativa se contabilizó el número total de organismos de *L. faxoni* presentes en las muestras (Mujica y Medina, 2000). Los datos de abundancia fueron transformados a densidad del volumen filtrado y estandarizado a 100m<sup>3</sup> mediante la siguiente formula:

$$\mathbf{Vol. = V * T * S}$$

**Donde:**

**Vol.= volumen**

**V= velocidad (m/s)**

**T= tiempo (s)**

**S= área de la boca de la red (m<sup>2</sup>)**

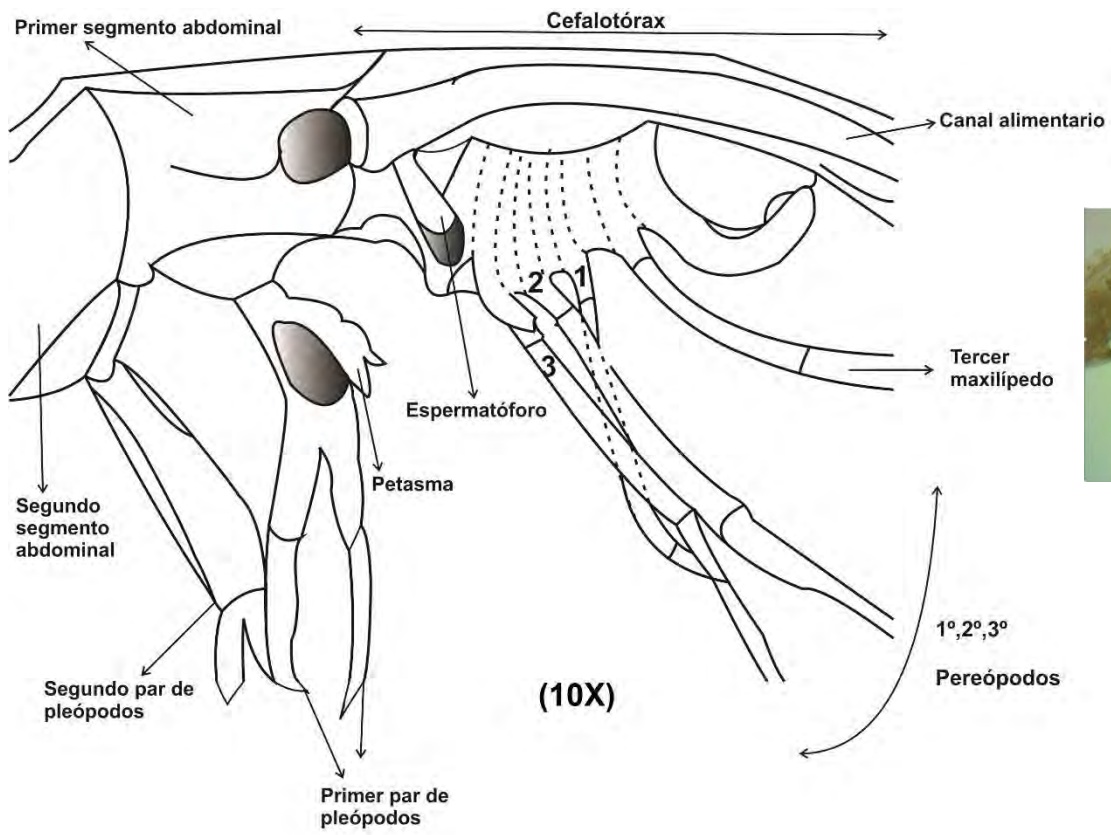
Para la medición de biomasa zooplanctónica de las muestras totales se empleara el método de Beers (Beers, 1976) (Anexo 1) y para la biomasa de los organismos de *Lucifer faxoni* se utilizará el método de Petruzzi (2005) (Anexo 2). Además se obtendrá la talla de

cada organismo utilizando un calibrador con una precisión de 0.1 mm y el peso con una balanza analítica marca Ohaus modelo Adventurer con una precisión de 0.0001g

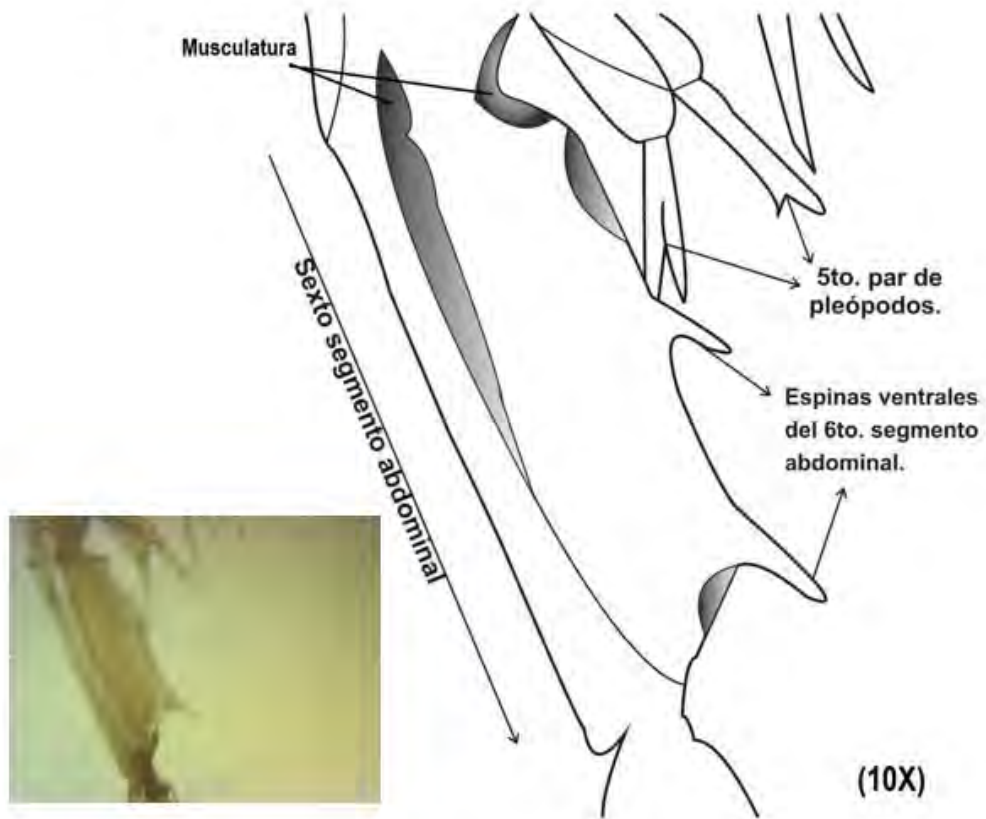
**Análisis estadístico:** Los valores de densidad de *L. faxoni* fueron comparados entre los diferentes transectos considerando los tres años de muestreo mediante un ANOVA de un factor con el programa Sigma Stat versión 3.5. Para la proporción de sexos se utilizó la prueba de Ji cuadrada, considerando la hipótesis de igualdad de las proporciones (1:1) en cada mes de muestreo mediante el programa Past (Hammer, 2001).

## RESULTADOS

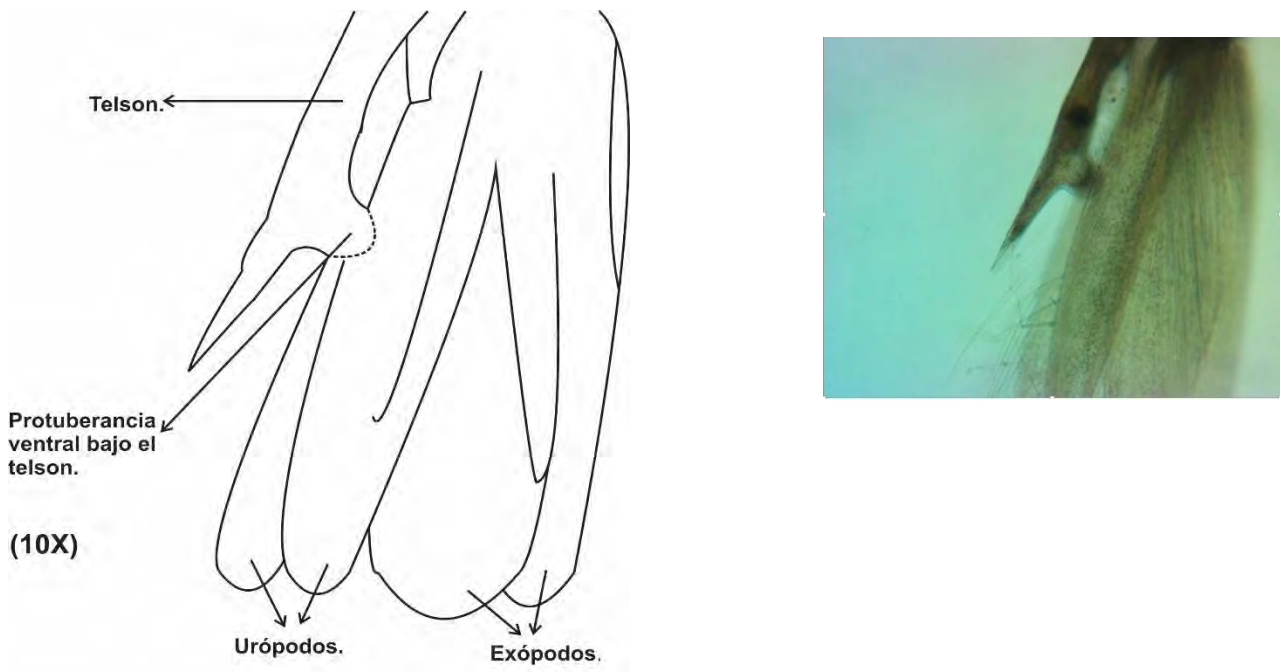
Se realizaron un total de cinco esquemas basados en las imágenes fotográficas tomadas de los organismos donde se observan diferentes características importantes de la especie y de gran utilidad en la determinación del sexo (Figuras 4, 5, 6, 7, 8). Además se realizó de manera simultánea la clave taxonómica para la identificación de sergétidos dentro del Golfo de México (Anexo 3); la clave está basada en características y aspectos mencionados por diversos autores que han estudiado el grupo (Naomi., et al 2006, Williams, 1984).



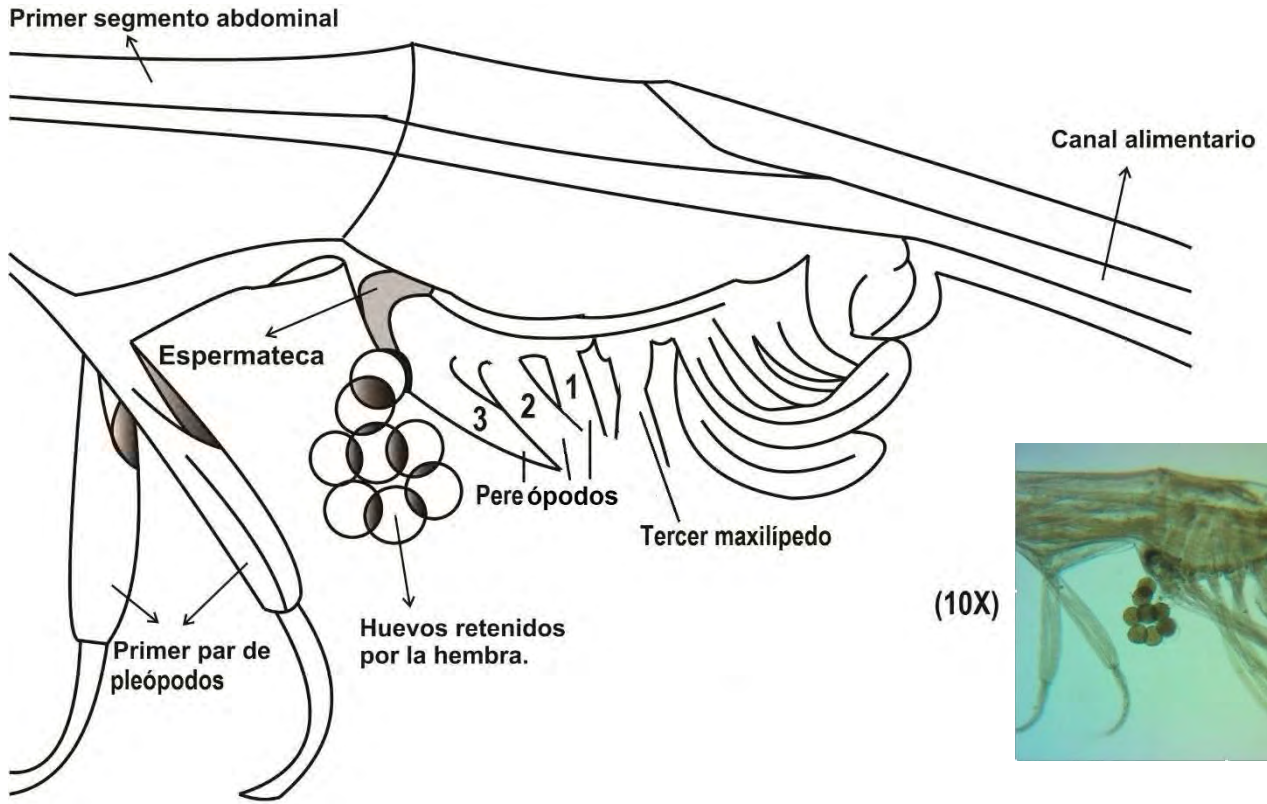
**Figura 4.-** Ubicación del petasma y presencia del espermatóforo en machos.



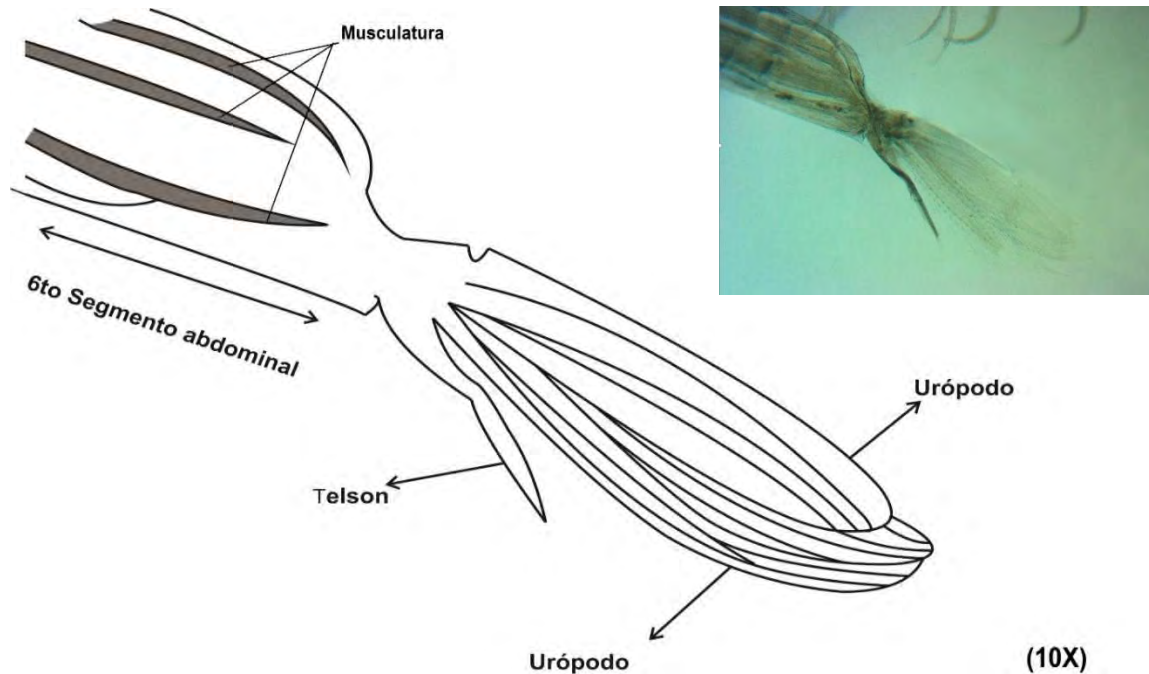
**Figura 5.** Sexto segmento abdominal de un macho, donde se localizan las espinas en posición ventral.



**Figura 6.-** Protuberancia ventral en el telson, característico de los machos.



**Figura 7.-** Retención de huevos bajo el tercer pereópodo y posición de la espermateca en hembras.



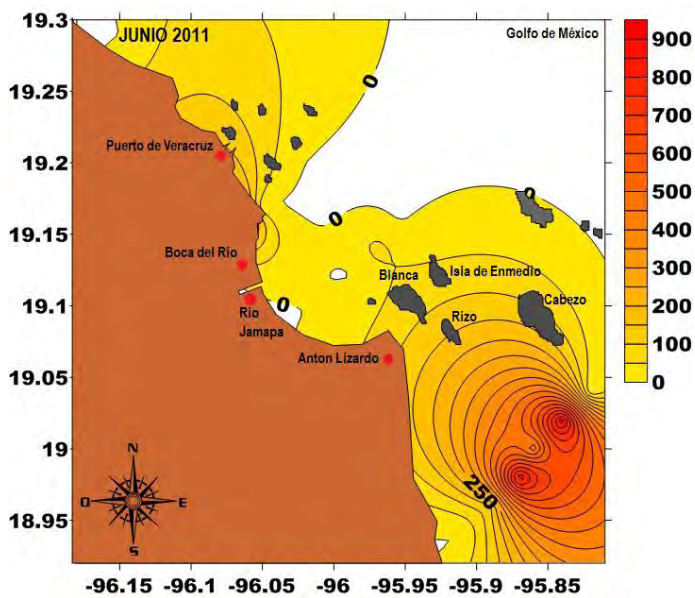
**Figura 8.-** Sexto segmento abdominal y telson de las hembras donde se observa la ausencia de espinas.

### Distribución y densidad espacial.

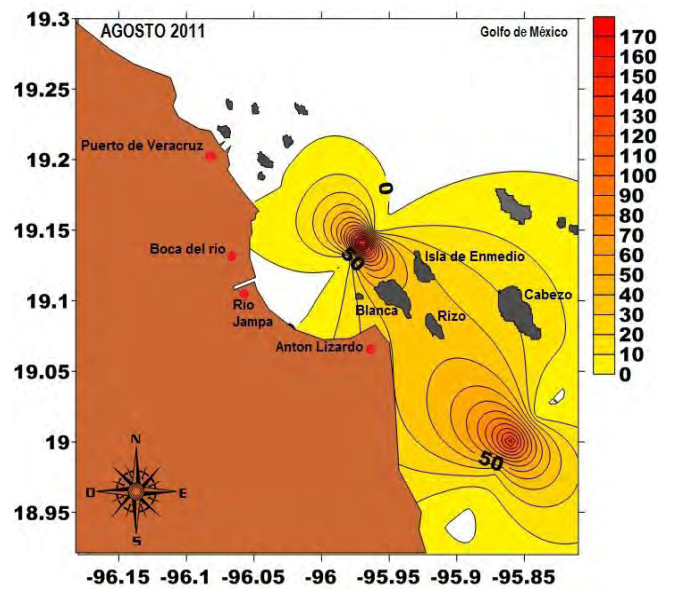
En el año 2011, los valores más altos de densidad de *Lucifer faxoni* se presentaron en las estaciones más alejadas de la costa en el transecto D durante el mes de Junio con valores de densidad de 413 a 893 org.\*100m<sup>3</sup> (Figura 9a). En marzo del año 2012 se encontró una mayor densidad en tres estaciones del transecto B con valores de 663 a 1221 org.\*100m<sup>3</sup> (Figura 9b). Para el año 2013, el mayor número de organismos se localizó durante el mes de marzo también en el transecto D, sobre las estaciones intermedias y alejadas de la costa, con valores de densidad que superan los 1700 org.\*100m<sup>3</sup>, siendo los valores más altos para todo el estudio (Figura 9c). Es importante señalar que al aplicar el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas entre los meses durante los tres años de muestreo (P = 0.27).



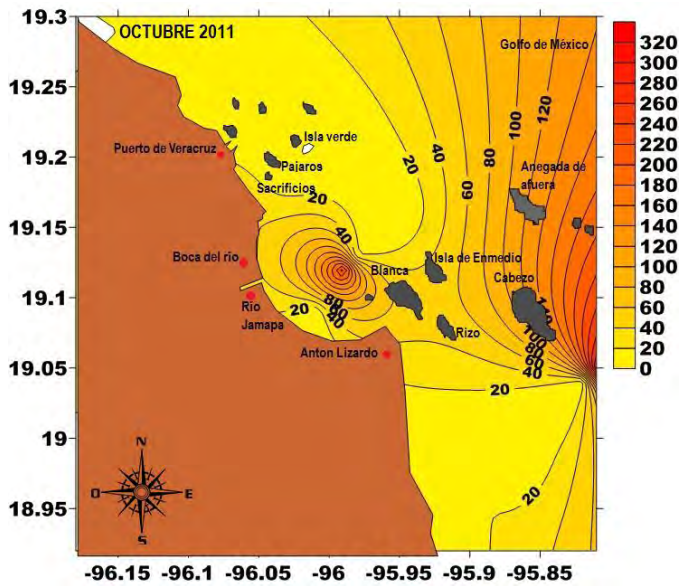
De manera general la distribución de *L. faxoni* en los transectos presentó diferencias significativas al aplicar el análisis de varianza ( $P < 0.05$ ), observando mayor densidad y continuidad sobre los transectos B y D (Figuras 9,10 y 11).



a.

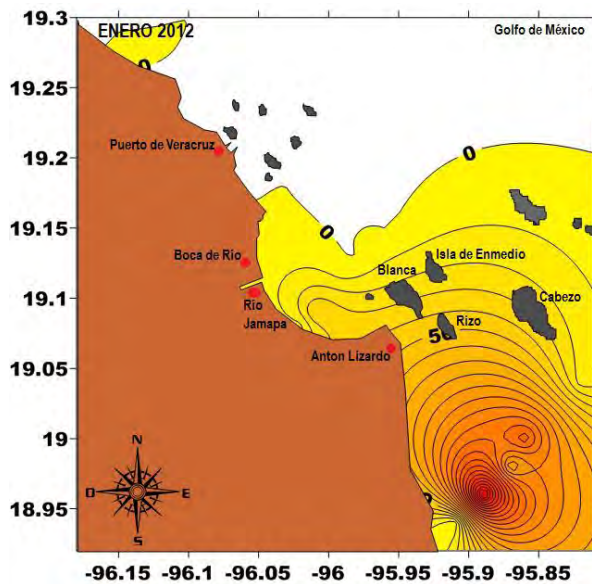


b.

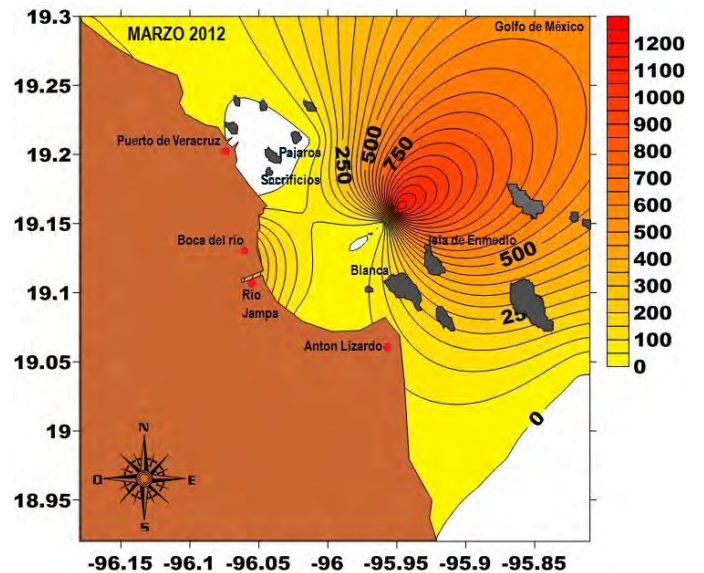


c.

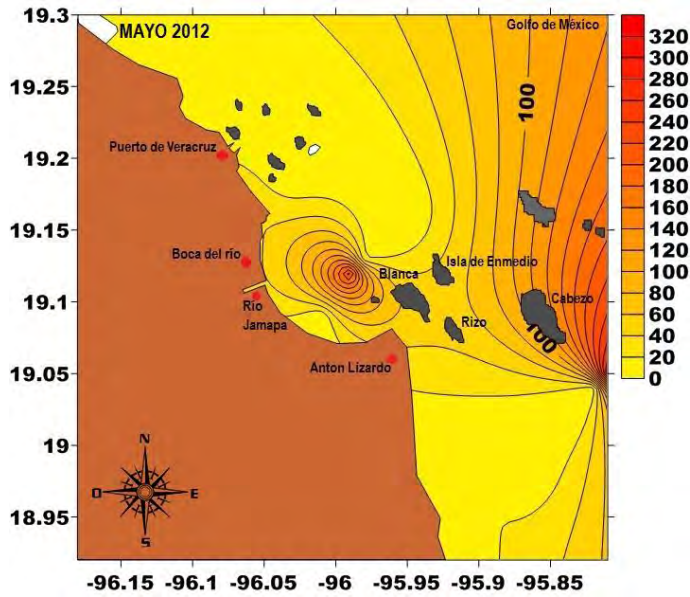
**Figura 9.** Distribución y densidad espacial y temporal de *Lucifer faxoni* durante el año 2011. Se muestran el número de organismos encontrados y las zonas del PNSAV en donde se concentra la mayor cantidad de individuos de acuerdo al mes de muestreo. a, junio; b, agosto; c, octubre.



a.

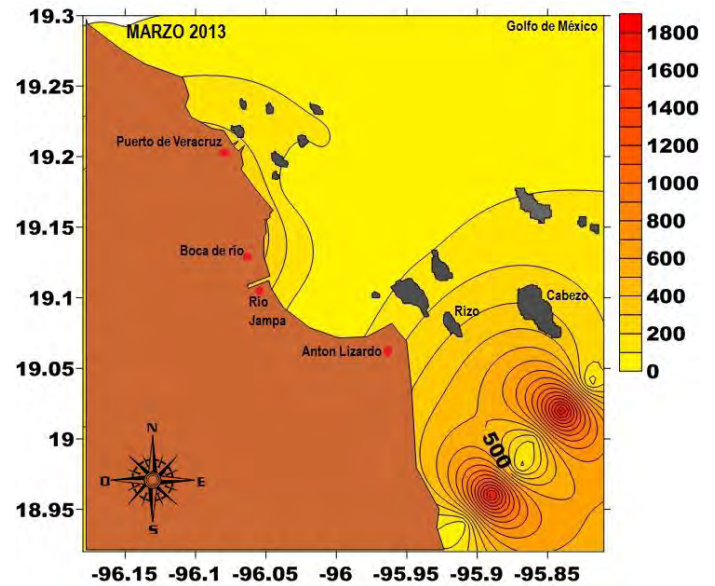
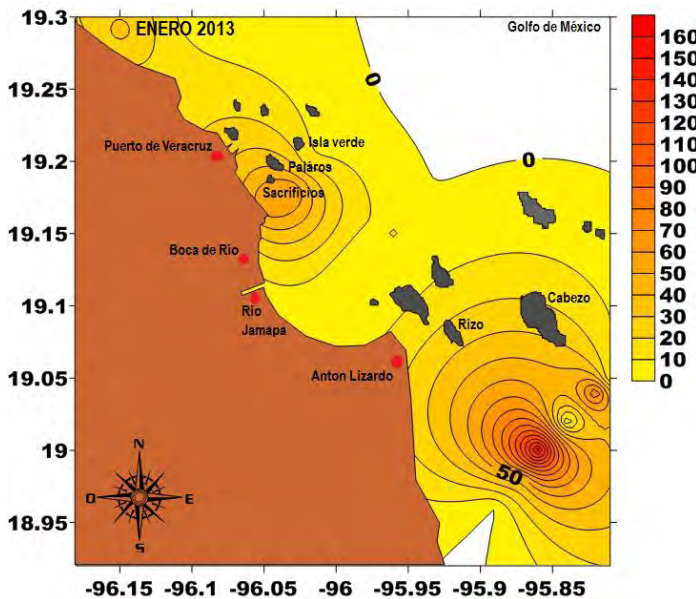


b.



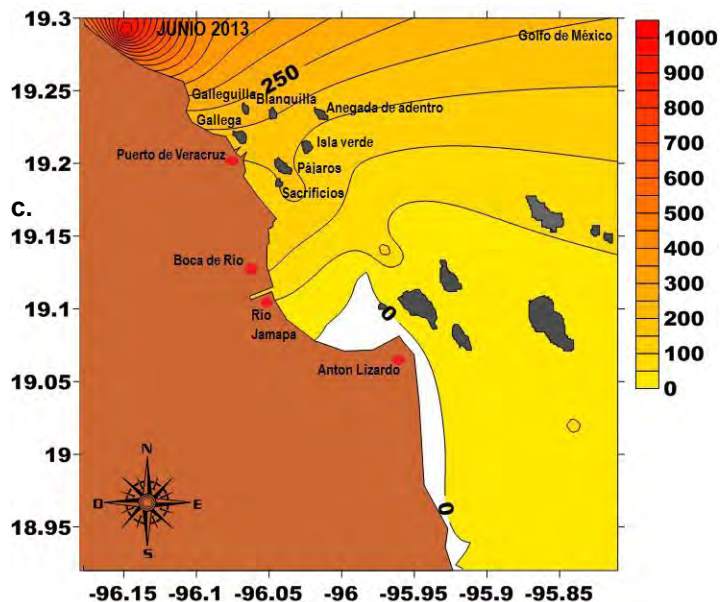
c.

**Figura 10.** Distribución y densidad espacial y temporal de *Lucifer faxoni* durante el año 2012. Se muestra el número de organismos encontrados y las zonas del PNSAV en donde se concentra la mayor cantidad de individuos de acuerdo al mes de muestreo. a, enero; b, marzo; c, mayo.



a.

b.

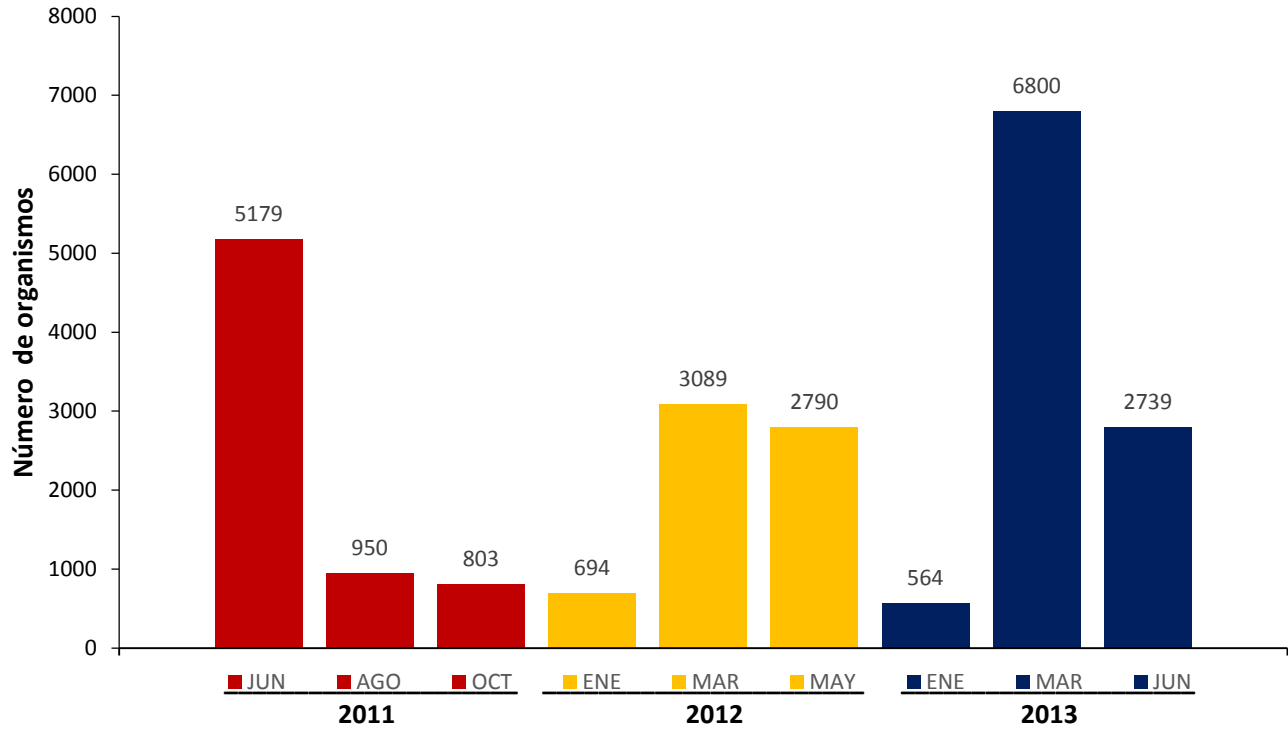


c.

**Figura 11.** Distribución y densidad espacial y temporal de *Lucifer faxoni* durante el año 2013. Se muestran el número de organismos encontrados y las zonas del PNSAV en donde se concentra la mayor cantidad de individuos de acuerdo al mes de muestreo. a, enero; b, marzo; c, junio.

### Abundancia Temporal

Se encontraron un total de 23, 608 de organismos, el valor más alto de abundancia se presentó en el mes de marzo de 2013 con un total de 6,800 organismos, seguido de junio de 2011 y marzo de 2012 con 5,179 y 3,089 organismos respectivamente (Figura12).



**Figura 12.** Valores mensuales de abundancia de *L. faxoni* durante los tres años de muestreo dentro del PNSAV.

Los machos muestran valores mayores durante los meses de marzo y junio y 9,084 organismos para todo el estudio. En el caso de las hembras los valores más altos son en meses similares: marzo y junio, aunque se observa un aumento durante el mes de mayo del 2012. El número total de hembras es de 14,526 durante los tres años de muestreo. (Figuras 13 y 14).

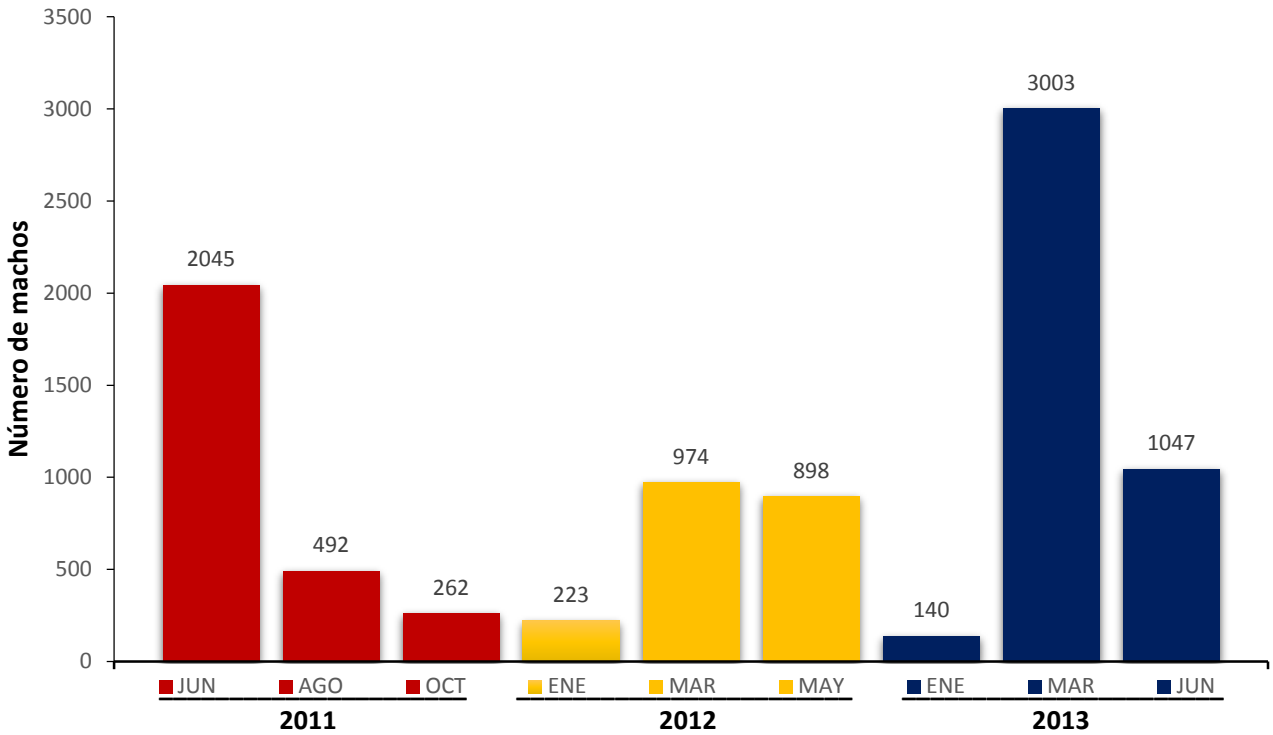


Figura 13.- Abundancia mensual para machos de *L. faxoni* durante los meses de muestreo dentro del PNSAV.

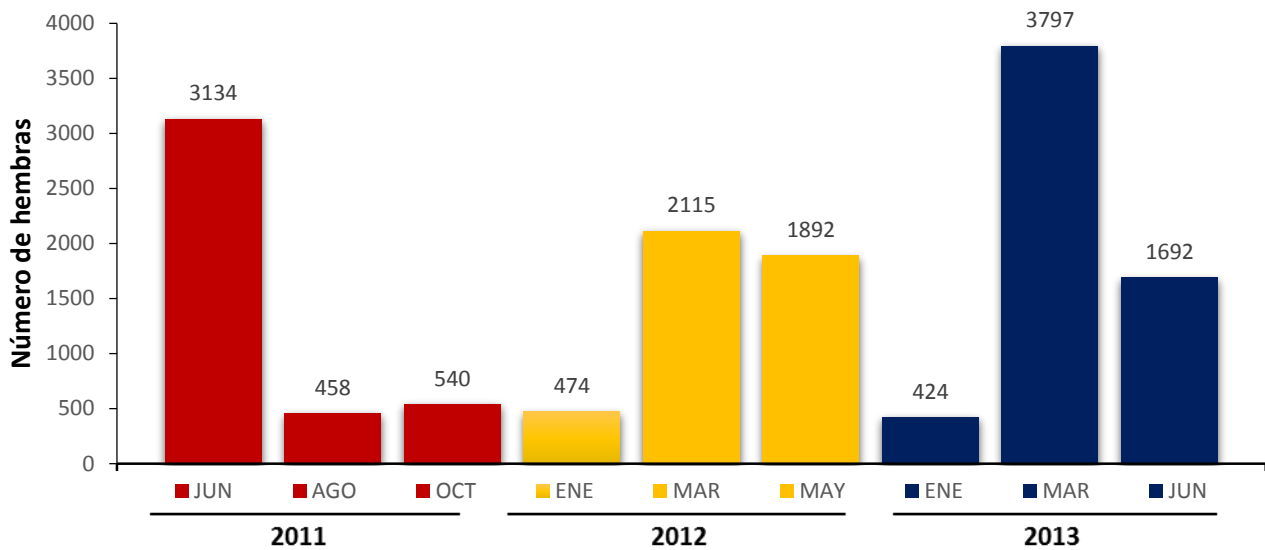


Figura 14. Abundancia mensual para las hembras de *L.r faxoni* durante los meses de muestreo dentro del PNSAV.

## Proporción de sexos.

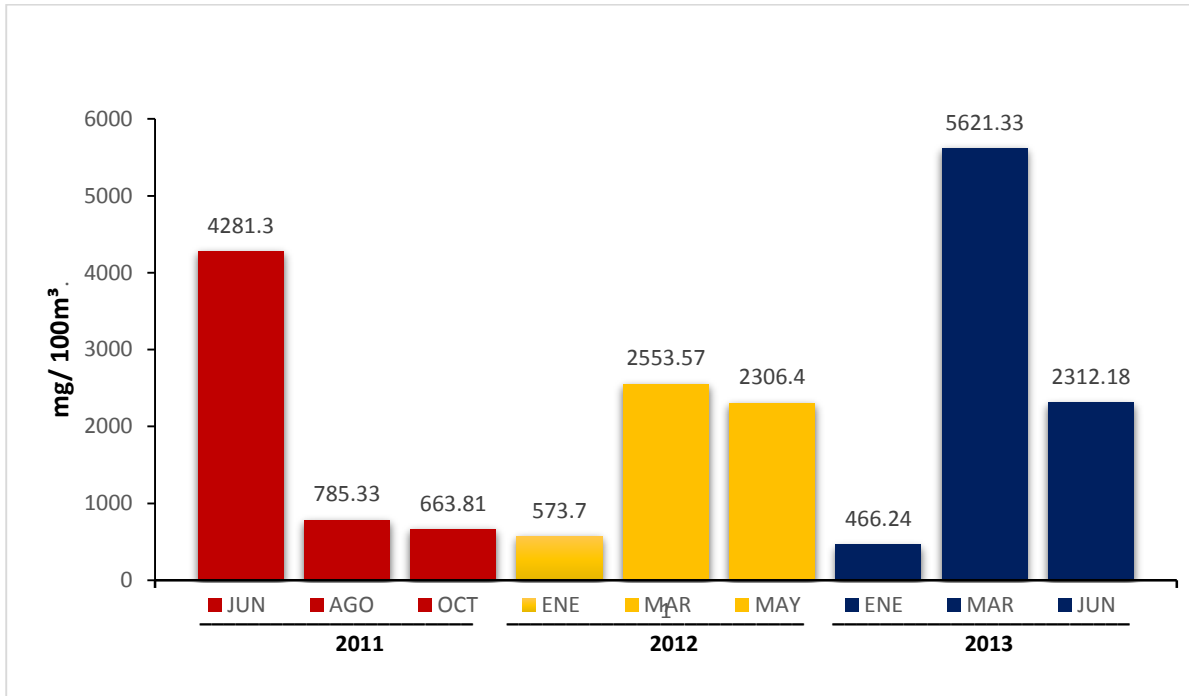
Los resultados de la prueba de  $Ji^2$  para la proporción de sexos nos indica un mayor número de hembras que de machos para la mayor parte del estudio ( $P < 0.0001$ ), sin embargo, en el mes de agosto del 2011 se muestra un aumento en la población de machos acercándose a la hipótesis de una relación  $1♀:1♂$  ( $P = 0.4591$ ). En general la proporción de sexos en la población de *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV es de  $1♀:0.62♂$  (Tabla 1).

**Tabla 1.-** Proporción de sexos mensual y total de *Lucifer faxoni* dentro del PNSAV.

Mes	Hembras ♀	Machos ♂	$Ji^2$ (P)
jun-11	1	0.65	<0.0001
ago-11	1	1.07	0.4591
oct-11	1	0.49	<0.0001
ene-12	1	0.47	<0.0001
mar-12	1	0.46	<0.0001
may-12	1	0.47	<0.0001
ene-13	1	0.33	<0.0001
mar-13	1	0.79	<0.0001
jun-13	1	0.62	<0.0001
Total	1	0.65	<0.0001

## Biomasa.

Los valores de biomasa obtenidos para *L. faxoni* indican que el mes de marzo del 2013 es el que muestra mayor producción con  $5,621 \text{ mg} \cdot 100\text{m}^3$  de agua. Los meses que le siguen en cuanto a producción de biomasa son junio 2011 con  $4,281.30 \text{ mg} \cdot 100\text{m}^3$  y marzo del 2012 con  $2,553.57 \text{ mg} \cdot 100\text{m}^3$ . En cuanto al mes con menor producción se encuentra enero del 2013 con apenas  $466.24 \text{ mg} \cdot 100\text{m}^3$  (Figura 15).



**Figura 15.-** Producción de biomasa mensual de *L. faxoni* dentro del PNSAV por cada 100m<sup>3</sup> de agua.

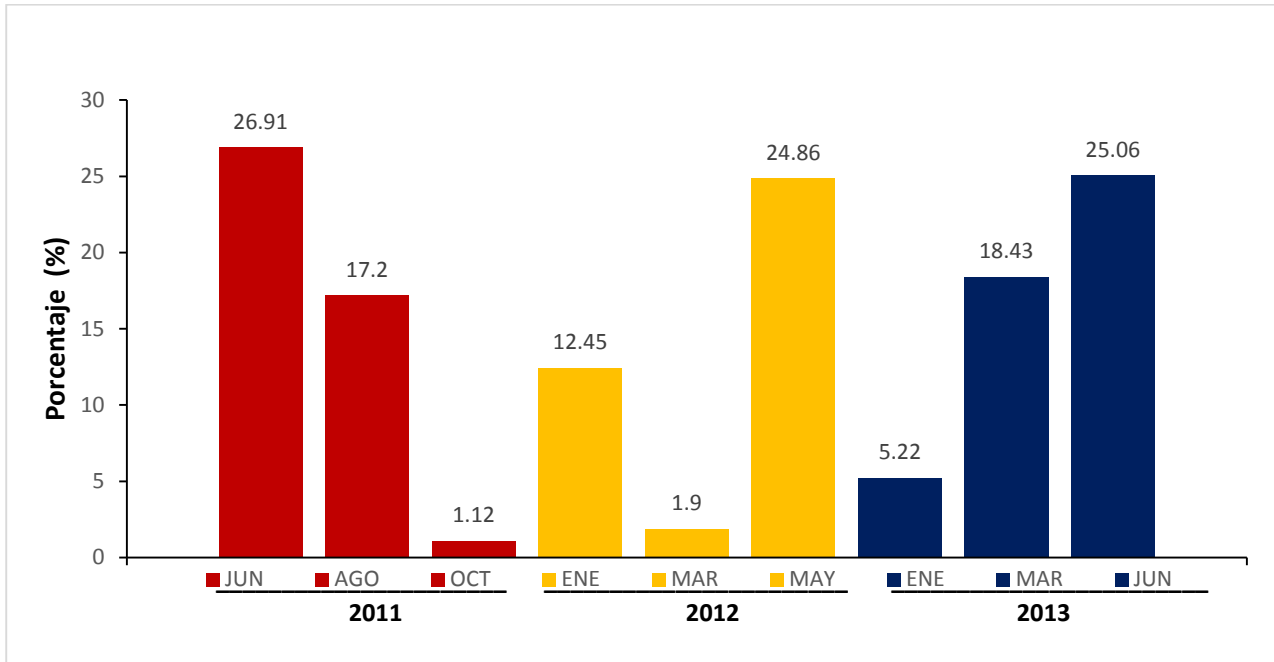
A continuación se muestran los valores de la producción de biomasa mensual y total tanto para *L. faxoni* como para todos los grupos de organismos recolectados y que conforman el zooplancton en los transectos estudiados. Los mayores valores de biomasa de *L. faxoni* se registraron en los meses de marzo a junio con valores de fueron de 2312 a 5621 mg/100m<sup>3</sup>. Respecto a la biomasa de todos los organismos que conforman el zooplancton, se observó que durante el mes de octubre del 2011, marzo del 2012 y marzo del 2013 se tienen los valores más altos de biomasa en la muestra total con 56,218 mg\*100m<sup>3</sup>, 133,760 mg\*100m<sup>3</sup> y 30,496.095 mg\*100m<sup>3</sup> respectivamente (Tabla 2).



**Tabla 2.** Valores de biomasa mensual para *L. faxoni* y para el zooplancton de la muestra total en los diferentes meses de muestreo.

Valores de biomasa		
Mes	<i>Lucifer faxoni</i> (mg)	Biomasa del Zooplancton (mg)
JUN11	4281.3	15904.30
AGO11	785.33	4563.78
OCT11	663.81	56218.05
ENE12	573.7	4604.4
MAR12	2553.57	133760.97
MAY12	2306.4	9276.12
ENE13	466.24	8924.13
MAR13	5621.33	30496.09
JUN13	2312.18	9225.010
Total	19563.86	272972.863

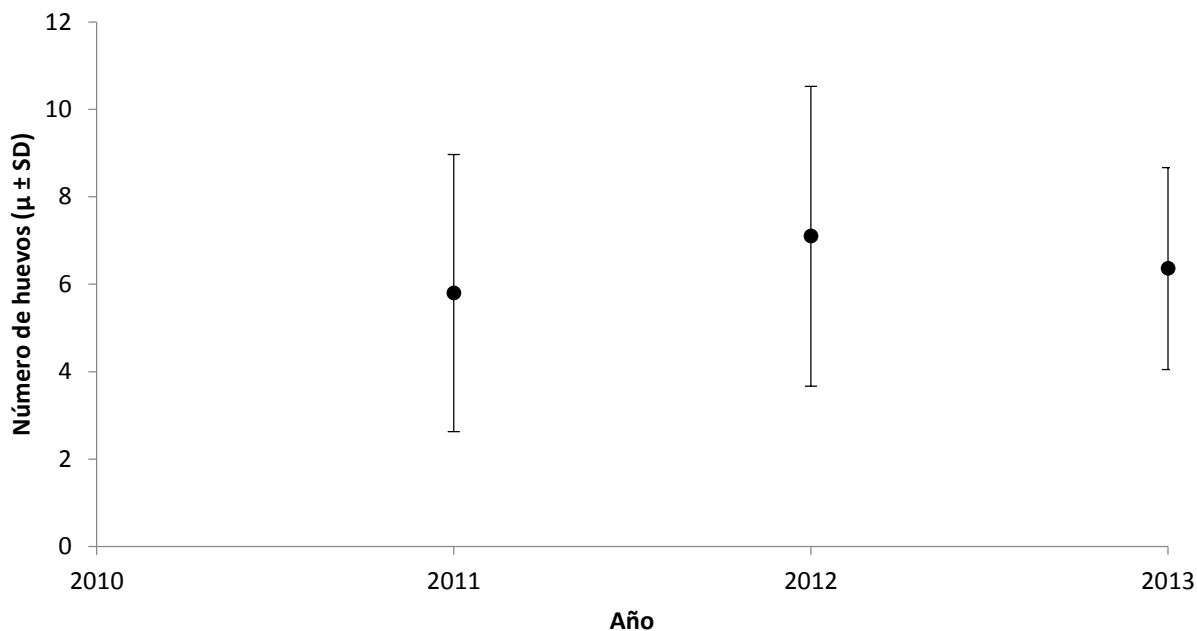
Con base en la tabla anterior se obtuvo el porcentaje de biomasa con el que *L. faxoni* contribuye en los transectos dentro del PNSAV considerando la biomasa del zooplancton obtenida en cada muestreo. Los resultados indican que durante los meses de junio del 2011 y 2013; así como mayo del 2012 es cuando *L. faxoni* contribuye con la mayor cantidad de biomasa con 26.91%, 25.06% y 24.86%. Los meses de octubre del 2011 y marzo del 2012 son donde existe menor porcentaje de *L. faxoni* dentro de la biomasa con apenas 1.12% y 1.9% respectivamente (Figura 16).



**Figura 16.-** Porcentaje con el que *L. faxoni* contribuye a la producción de biomasa mensual dentro del PNSAV.

### Fecundidad

Durante el año 2012 las hembras con un longitud total promedio  $12.28 \pm 0.59$  mm presentaron los valores más altos de fecundidad con un promedio de  $7.1 \pm 3.43$  huevos por hembra. En el año 2011 las hembras con una longitud total promedio de  $12.3 \pm 0.75$  mm alcanzaron una fecundidad de  $5.80 \pm 3.17$  huevos (Figura 17). Sin embargo, al aplicar la comparación entre los valores del número promedio de huevos mediante una prueba de t-student, no se encontraron diferencias significativas entre los tres años de estudio ( $P > 0.143$ ).



**Figura 17.-** Valores de fecundidad promedio para cada años de estudio dentro del PNSAV.

## DISCUSIÓN

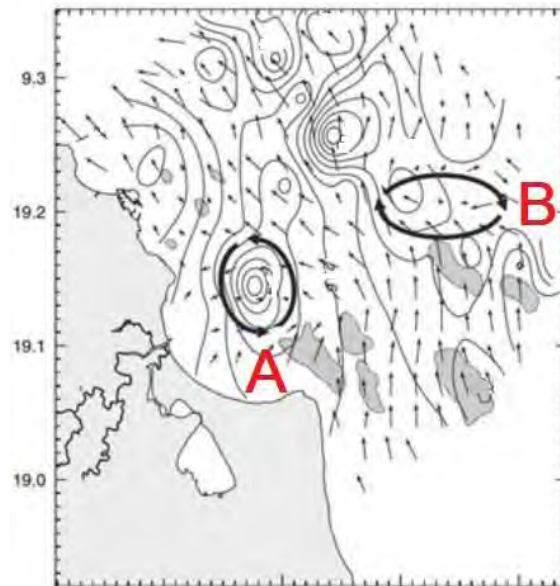
Todas las estructuras y características morfológicas observadas concuerdan con lo mencionado por Williams (1984) y Naomi *et al.* (2006) quienes señalan que el largo de los ojos y su pedúnculo ocular no debe de superar la mitad del largo total del cuello, siendo esto una de las características de mayor importancia para la especie *L. faxoni*. Además, en los machos el telson cuenta con una protuberancia ventral particular del Género *Lucifer* y del sexto segmento abdominal presenta dos espinas y se estrecha hacía la punta de manera ventral. Otras características que se pudieron observar en los organismos fueron los procesos de expulsión del espermátóforo y presencia de huevos en algunas hembras, esto de igual manera descrito por Naomi *et al.* (2006).

## Distribución y abundancia espacial

Dentro del PNSAV existen tres temporadas muy marcadas que son las lluvias, las secas y los nortes, siendo la época de secas solo un corta etapa de transición entre las otras dos. Sin embargo, cuando se considera la dirección de la corriente se mencionan dos patrones relacionados específicamente con estas temporadas; así, durante primavera-verano o también llamado período de secas-lluvias que abarca de abril a septiembre donde las corrientes provienen de la parte sur del golfo de México arrastran las masas de agua hacia los arrecifes del grupo norte y durante la temporada de otoño-invierno o también llamada de nortes que va de septiembre a marzo, se caracteriza por corrientes provenientes del norte con dirección sur (Zavala-Hidalgo, *et al.*, 2003; Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008; Rojas, 2008; Chacón-Gómez *et al.*, 2013). Sin embargo, y de acuerdo a lo reportado por Salas-Monreal *et al.*, (2009); Salas-Pérez *et al.*, (2008); Salas-Monreal (2011) Chacón-Gómez *et al.*, (2013) dentro del PNSAV se presentan dos fenómenos de gran importancia que alteran la dirección normal de las corrientes así como la distribución del plancton y la batimetría de la zona (Figura 18); es decir, que al ser *L. faxoni* una especie planctónica estos fenómenos pueden estar involucrados directamente con su distribución. El primero, es un giro ciclónico que se forma justo frente a la desembocadura del Río Jamapa, entre los dos grupos de arrecifes como efecto de la baja presión atmosférica y de los cambios en la dirección y temperatura de los vientos; generando así, menores temperaturas en aguas superficiales debido al bombeo hacia la superficie de masas de agua más profundas, con temperaturas bajas, pero ricas en nutrientes, lo que puede reflejarse en áreas de alta productividad en la parte norte del giro ciclónico (Salas-Monreal *et al.*, 2009), cerca del arrecife justo donde se localiza el transecto B, lo que puede explicar los altos valores de abundancia y la continua presencia de *L. faxoni* en esta área, ya que al ser una especie

planctónica es desplazada en dirección de las corrientes que van hacia el norte durante finales de Marzo y Junio (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Salas-Pérez *et al.*, 2008) (meses con mayor abundancia). Además, la salida norte del giro puede ser una zona idónea para alimentarse y aprovechar las partículas de materia orgánica provenientes del Río Jamapa y del fondo marino, a diferencia de la parte sur del giro, donde se encuentra el transecto C con una menor abundancia.

Existen diversos factores que contribuyen a la formación del giro, como principales causas se menciona el aporte de corrientes de agua por parte del Río Jamapa, también la presencia de un cabo que se encuentra cerca de Antón Lizardo, así como el grupo sur de arrecifes que generan cambios en la temperatura, salinidad y en el flujo de corrientes dentro de la zona (Salas-Monreal *et al.*, 2009; Chacón-Gómez *et al.*, 2013).



**Figura 18.** Área donde se localizan los giros ciclónico (A) y anticiclónico (B) dentro del PNSAV y la dirección de la corriente en el mes de Junio.

El segundo fenómeno se localiza hacia la parte más alejada de la costa, donde se encuentra el grupo norte cerca de las últimas estaciones del transecto B. Se trata de un giro anticiclónico, que tiene un efecto contrario al anterior, ya que en este caso la dirección de la corriente es a favor de las manecillas del reloj. Este tipo de eventos se crea debido a cambios en la dirección de los vientos, la cantidad de calor que el sol irradia directamente sobre la superficie y a la variación en la presión atmosférica. Una vez que se genera el giro produce aguas más cálidas en la zona que afecta, pero con muy poca presencia de materia orgánica y se caracterizan como oligotróficos (Salas-Monreal *et al.*, 2009; Chacón-Gómez *et al.*, 2013), lo que puede determinar la ausencia o poca frecuencia de registro de *L. faxoni* en las últimas estaciones del transecto B, debido a la falta de nutrientes para su alimentación.

La baja presencia de *L. faxoni* en el transecto A ubicado en la parte norte del PNSAV, puede deberse a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto que en promedio tienen valores de 1.4 a 1.9 ml/L (Robles, 2013), siendo incluso menores a los mínimos adecuados para este tipo de ecosistemas (1.4-2.7 ml/L) y que de acuerdo con Stramma *et al.* (2008) causan estrés o incluso muerte de los macro-organismos marinos, lo que se puede explicar la baja abundancia de *L. faxoni* para esta área durante la mayor parte del estudio.

La zona sur del PNSAV donde se localiza el transecto D contiene aguas un poco más profundas en comparación a las de las del grupo norte (Salas-Monreal *et al.*, 2009) por lo que los cambios en salinidad y temperatura son menos drásticos lo que la convierte en una zona de menor estrés para los organismos (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). Las condiciones anteriores pueden dar como resultado el aumento de la distribución y

abundancia de *L. faxoni* en esta área. Además, en el mes de Junio (secas-lluvias) las corrientes van hacia el norte pudiendo arrastrar una gran cantidad de materia orgánica proveniente del río Papaloapan al sur del PNSAV (Ortiz, 2006; Ortiz *et al.*, 2007). La materia orgánica puede ser capturada en la parte sur (Salas-Monreal *et al.*, 2009), dicha materia orgánica puede ser aprovechada por organismos como *L. faxoni* para su crecimiento y desarrollo. Otro aspecto que determina la alta densidad en el transecto D es la corriente que durante el inicio de la temporada reproductiva (de mediados a finales de marzo) aún se puede presentar en sentido norte-sur característico de la temporada de nortes (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008) arrastrando con ella a los organismos hasta la zona sur del PNSAV.

### **Abundancia temporal**

Las diferencias de abundancia entre los meses puede ser explicada debido a que el PNSAV es un sistema que modifica sus condiciones y características a causa de la temporalidad atmosférica que se presenta en cada época del año ya sea en el período de lluvias-secas o nortes (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003; Dubranna *et al.*, 2011).

El mes de marzo muestra una abundancia alta y se caracteriza por el inicio de la época de secas y con ello el inicio de una de las temporadas de reproducción para *L. faxoni* (Naomi *et al.*, 2006) como también lo reporta López (1996), quien observa diversos fenómenos como la formación del espermatoforo y su presencia en el orificio genital de machos maduros durante febrero, marzo abril y mayo de 1958, además, en marzo de 1959 observó la presencia de espermatoforos adheridos a las hembras lo que indica que en estas fechas los organismos se encuentran más activos reproductivamente y en mayores proporciones.

Alves (2012), señala al invierno como los meses más propicios para el desarrollo larval de *L. faxoni* ya que los parámetros como salinidad y temperatura se encuentran más estables debido a la falta de lluvias, lo que significaría una mayor tasa de supervivencia para las larvas, propiciando el aumento de la población adulta durante el mes de marzo. Otra característica importante para que la abundancia dentro del PNSAV aumente es que marzo también es el término de la temporada de nortes y el inicio de las secas-lluvias lo que significa un aumento en la temperatura debido a la radiación directa del sol ya que existe poca nubosidad en esta zona (Salas Monreal *et al.*, 2009) ocasionando que las aguas sean más cálidas, característica importante para la presencia de *L. faxoni* (Alves *et al.*, 2014).

El mes de Junio presenta abundancias altas debido al inicio de la época de lluvias, otros autores también mencionan a esta temporada como la reproductiva y de altas abundancias (López, 1966; Álvarez, 1985; Alves, 2012). En este mes se presentan las primeras lluvias aisladas sobre las montañas, lo que propicia una adición muy importante de nutrientes, por parte del río Jamapa a las aguas del PNSAV; lo que puede ocasionar mayor disponibilidad de alimento para muchas especies (Salas-Monreal *et al.*, 2009; Okolodkov *et al.*, 2011; Jasso, 2012; Salas-Pérez *et al.*, 2012); entre ellas *L. faxoni*, ya que es una especie que se alimenta principalmente de detritus y demás materia orgánica, como lo menciona Webber *et al.*, (1996), quien destaca que son organismos característicos de aguas eutróficas.

Otro factor para la alta abundancia durante los meses de Junio es el giro ciclónico que se forma en la temporada de lluvias frente a la salida del río Jamapa debido a las descargas



del mismo río y otros elementos antes mencionados; este giro hace que la cantidad de nutrientes dispersos en el agua sea aún más grande producto del afloramiento de aguas profundas más frías pero ricas en materia orgánica causando que las temperaturas puedan descender hasta los 19 °C y los valores de salinidad bajen hasta 34 ups (Salas Monreal *et al.*, 2009; Avendaño, 2013) que son condiciones y parámetros idóneos para la presencia y propagación de *L. faxoni* como mencionan Álvarez (1985) y Bowman y McCain (1967) quienes también afirman que estos organismos prefieren salinidades cercanas a 30 ups.

Los factores que pueden causar la baja abundancia durante los meses de agosto y octubre son los cambios en la temperatura y salinidad del agua ya que en estos meses se presentan las lluvias más fuertes lo que se ve reflejado en una disminución en la temperatura y salinidad de las aguas poco profundas por lo que *L. faxoni* migra hacia profundidades mayores para evitar el constante cambio en estos parámetros que podrían estresar a los organismos o incluso matarlos (López, 1966). Cabe mencionar que durante el invierno, el río Jamapa eleva su salinidad (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008) lo que se reflejaría en la salinidad del PNSAV disminuyendo la abundancia de *L. faxoni* durante el mes de Enero del 2013.

### **Proporción de sexos**

La abundancia de hembras y de machos crece durante los mismos meses que la abundancia general, sin embargo, la mayor cantidad de hembras durante casi todo el estudio migran durante las noches sobre la columna de agua unos 15 metros por debajo para evitar depredadores, buscar mayor cantidad de alimento y brindar una mayor protección a los huevos lo que se representa una estrategia de supervivencia tanto para las

hembras como sus huevos; las hembras también suelen agruparse en áreas con mayor concentración de recursos alimenticios (Lee *et al.*, 1992) como lo es, el interior y periferia del PNSAV. Todos los aspectos anteriores se ven reflejados en la proporción de sexos promedio ( $1♀:0.62♂$ ) que concuerda con lo reportado por por Alves *et al.* (2014) quien determina una relación de  $1♀:.64♂$  para *L faxoni* en la costa de Sao Paulo, Brazil. Los valores también son similares a los presentados por López (1996) quien realizó capturas de *L. faxoni* en el área de Cananéia también en Brazil, que aunque son regiones un tanto alejadas de la área de este estudio, de acuerdo a Castro *et al.*, (2004) los valores tanto de salinidad y temperatura que son factores determinantes en la presencia de *L faxoni* son muy similares entre la Bahía de Sao Paulo (Salinidad de 36 ups y temperatura de 20 °C) con los valores promedio que se presentan en el PNSAV a lo largo del año. Además, la mayor cantidad de hembras que de machos se ha observado en estudios con otros camarones sergéstidos como *Acetes americanus* Ortmann, 1893, donde se observó una relación  $1♀: 0.50♂$  (Simões, 2008).

## **Biomasa**

Alves *et al.*, (2014) obtiene los valores más altos de densidad durante las primaveras de 2005 y 2006 con 8.4 y 11.12 org./1000 l; que si se realiza la conversión a 100m<sup>3</sup> como en el presente estudio serían valores de 840 y 1112 org. /100m<sup>3</sup> respectivamente. Esto también concuerda con el caso del PNSAV en este estudio ya que dos de los picos de densidad más altos se encuentran en época de secas (primavera).

La biomasa zooplanctonica dentro del PNSAV de acuerdo a lo reportado por Okolodkov (2011) presenta valores unimodales; sin embargo, se presentan cambios durante y al final

de la temporada de lluvias septiembre-octubre, lo anterior concuerda con el segundo pico de biomasa de zooplancton obtenido en este estudio durante el mes de octubre del 2011.

Como se ha mencionado, la dieta de *L. faxoni* se basa en el detritus (Webber *et al.*, en 1996) por lo que su densidad aumenta y por ende su biomasa durante los meses en los que la producción de materia orgánica dentro del PNSAV es alta debido a la cantidad de nutrientes aportados por el cauce de los ríos La Antigua, Jamapa y Papaloapan durante la temporada de lluvias que va de abril a septiembre meses en los que se encuentran algunos de los mayores valores de biomasa para *L. faxoni* como (Junio 2011 y Mayo 2012). Además, del giro ciclónico que ahí se presenta y genera afloramientos de nutrientes procedentes del lecho marino (Ortiz, 2006; Ortiz *et al.*, 2007; Salas-Monreal, 2009).

Otra causa por la que *L. faxoni* presenta aumentos de biomasa durante los meses de marzo es debido a que es un mes de gran actividad reproductiva para la especie sumado a que el invierno es señalado como una temporada propicia para el desarrollo de las larvas lo que generaría un aumento de población adulta y con tallas más grandes en la próxima primavera (López, 1996; Naomi *et al.*, 2006; Alves, 2012).

Los taxones que componen el zooplacton pueden variar dependiendo la temporalidad y época del año, sin embargo Okolodkov (2011) encontró 10 taxones más abundantes que contribuyen a la biomasa zooplactonica dentro del PNSAV entre los que destacan los decápodos con un 10% promedio para cada muestreo; por lo que los porcentajes con los que contribuye *L. faxoni* a la biomasa en el presente estudio rebasan estos valores

alcanzando hasta un 23% por lo que podemos identificarlo como un gran componente de del zooplancton en esta región.

### **Fecundidad**

Los valores de fecundidad se encuentran dentro de los valores señalados en otros estudios como Fugimura *et al.* (2005), quienes mencionan que en hembras adultas con una talla alrededor de 12.5 mm pueden presentar desde tres hasta 29 huevos, López (1996) también señala que el número de huevos es variable de uno a 19 por hembra; por otro lado Lee *et al.* (1992) registran una media de 30 huevos para cada hembra y valores menores hasta llegar a 8 huevos. Sin embargo, es muy complicado realizar análisis o comparaciones entre los valores de fecundidad para *L. faxoni* ya que como se menciona en varios estudios (López, 1996; Alves et al., 2012 y Alves et al., 2014) las hembras pierden los huevos con suma facilidad, ya sea al momento de la captura, de la fijación o incluso una vez dentro de la muestra mediante la manipulación, es debido a estos aspectos que los rangos en el número de huevos son amplios y pueden ser muy variables.

### **CONCLUSIONES**

1. Se obtuvo la descripción e imágenes de las características morfológicas diacríticas de la especie como son: ubicación del petasma y presencia del espermatóforo en

machos, sexto pleonito de un macho donde se localizan las espinas en posición ventral, protuberancia ventral en el telson característico de los machos, retención de huevos bajo el tercer pereópodo y posición de la espermateca en hembras

2. *Lucifer faxoni* se distribuye principalmente en la parte norte de la desembocadura del río Jamapa, en las estaciones más alejadas de la costa en el transecto D con valores inclusive mayores a  $1700 \text{ org.} \cdot 100\text{m}^3$ , debido a la gran cantidad de materia orgánica que ahí se presenta además de concentrarse también en la parte sur PNSAV que es una área de menor estrés y nutrientes disponibles.
3. La distribución de *L. faxoni* dentro del PNSAV depende en gran medida de la época del año, la dirección de las corrientes y fenómenos climáticos que ahí se presenten.
4. La abundancia se incrementa durante el mes de marzo con alrededor de 6,800 organismos, debido al inicio de la temporada de reproducción y madurez de las larvas y en junio debido a la temporada de lluvias que provoca un aumento en la cantidad de materia orgánica y materia orgánica disponible en el PNSAV.
5. La proporción de sexos promedio fue de  $1 \text{♀} : .62 \text{♂}$  lo cual es similar con lo reportado para la especie y para otros crustáceos decápodos.

6. La biomasa de los grupos que conforman el zooplancton durante los meses y transectos estudiados presentaron un primer pico en la época de secas (marzo) con 133,760 mg/100m<sup>3</sup> y un segundo pico en lluvias con 56,218 mg/100m<sup>3</sup> relacionado con la reproducción de las especies, la dinámica de las corrientes y la adición de nutrientes al sistema que resultan benéficos para que las especies que ahí habitan e incrementan sus poblaciones.
  
7. *Lucifer faxoni* es un importante componente del zooplancton dentro del PNSAV y su aumento está regulado por factores como su reproducción y la concentración de nutrientes en el agua, registrándose la mayor biomasa en los meses de marzo a junio con valores de 2312 a 5621 mg/100m<sup>3</sup>.
  
8. Los valores de fecundidad fueron de  $7.10 \pm 3.43$  huevos para hembras de  $12.28 \pm 0.59$  mm y de  $5.80 \pm 3.17$  para hembras de  $12.30 \pm 0.75$  mm, valores que se relacionan con el cuidado paternal y que encuentran dentro del intervalo encontrado en otros estudios

## **BIBLIOGRAFIA**

\* Almeda, R., Z. Wambaugh, Z. Wang, C. Hyatt, Z. Liu y E. J. Buskey. 2013. Interactions between zooplankton and crude oil: toxic effects and bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *PloS One* 8(6): e67212.

- \* Avarez, M. P. J. 1985. Migração vertical de *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea- Decapoda) nas águas ao largo de Santos, Brasil. *Bol. Inst. Oceanogr.* (9): 177- 193.
- \* Alves, T. S. S., M. L. Negreiros-Fransozo, S. M. Simoes, M. Lopes y R. C. da Costa. 2012. Population ecology of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea, Sergestoidea, Luciferidae) of the southeastern coast of Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60 (2): 245-253.
- \* Alves, T. S. S., J. A. F. Pantaleão., M. L. Negreiros-Fransozo y R. C. da Costa. 2014. Ecological aspects and sexual maturity of a southwestern atlantic population of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* (Decápoda: Sergestoidea). *Journal of Crustacean Biology*. 34 (4): 422-430.
- \* Avendaño A. J. O. 2013. Variación hidrológica intermensual del Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis para obtener el título Maestría en ecología y pesquerías. Universidad Veracruzana. Boca del Río, Veracruz. 97 pp.
- \* Beers, J, R. 1976. Volumetric methods. In: zooplankton fixation and preservation. Steedmann, H.F. (Ed.). Monographs on oceanographic methodology (4). UNESCO press, Paris: 56-50.

- \* Boschi, E. E. 1981. Larvas de Crustacea Decapoda, *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental*. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata. En: Boltovskoy D. (ed.): 699-718.
- \* Bowman, T. E., y J. C. McCain. 1967. Distribution of the planktonic shrimp *Lucifer* in the western North Atlantic. *Bulletin of Marine Science* (17): 660-671.
- \* Castro, R. H., R. C. Costa, A. Fransozo, y F. L. M. Mantelatto. 2004. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopeneus kroyeri* (Heller, 1962) (Crustacea: Panaenoidea) in the litoral of São Paulo, Brazil. *Scientia Marina* 69: 105-112.
- \* Chacon-Gomez I. C., D. Salas-Monreal y M. L. Riveron-Enzastiga. 2013. Current pattern and coral dispersion in a tropical coral reef system. *Continental Shelf Research* (68): 23-32.
- \* Chavez, E., J. W. Tunell y K. Withers. 2007. Reef zonation and ecology. In: Coral reefs of Southern Gulf of México, Cap.4. Texas University Press: Texas.
- \* Costa, R. C., A. Fransozo, A. L. Castilho y F. A. M. Freire. 2005a Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda; Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *Journal Marine Biology Association*. U.K. 85: 107-112.
- \* Costa, R. C., A. Fransozo y M. L. Negreiros-Fransozo. 2005b. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. *Gulf and Caribbean Research Journal*. 17 (1): 49-56.



\* Costa, R. C., A. Fransozo, A. M. Freire y A. L. Castilho. 2007. Abundance and ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1962) (Decapoda: Peanaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research Journal*. 19: 33-41.

\* De Grave, S., N. D. Pentcheff, S.T. Ahyong, T-Y. Chan, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H.J.M. Fransen, L.Y.D. Goulding, M. E.Y. Low, J.M. Martin, Martin, P.K.L. Ng, C.E. Schweitzer, S.H. Tan, D. Tshudy, y R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*. 21:1-109.

\* Dubranna J., P. Pérez-Brunius., M. López y J. Candela. 2011. Circulation over the continental shelf of the western and southwestern Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*. 116(8): 1-17.

\* EPOPEM. Systeme planctonique et pollut on urbaine. Un aspect des populations zooplanctoniques.1979. *Oceanologica Acta*. 2 (4): 379-388.

\* Fugimura, S. M. M., L. M. Y. Oshiro y R. Silva. 2005. Distribuição e abundância das famílias Luciferidae e Sergestidae (CRUSTACEA, DECAPODA, NATANTIA) na baía de sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida*. (2): 52-59.

- \* Groombridge, B. y M. D. Jenkins. World Atlas of Biodiversity. UNEP-WCMC. University of California Press. USA. 2002.
- \* Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palenotológica Electrónica* 4(1): 9 pp.
- \* Hartnoll R. G. 1967. The female reproductive organs of *Lucifer* (DECAPODA, SERGESTIDAE). Marine Biological Station, Port Erin, Isle of Man, Great Britain.
- \* Huff, J. A. y S. P. Cobb. 1979. Penaeoid and sergestoid shrimps (Crustacea: Decapoda). *Memoirs of the Hour-glass Cruises* (Florida Department of Natural Resources) 5 (4): 1-102.
- \* Jordan-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema Arrecifal Coralino del Atlántico Mexicano. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Mexico (XLIV) pp. 157-175.
- \* Jasso M. J. 2012. Variación de los parámetros oceanográficos alrededor del Arrecife Verde en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Golfo de México Occidental). Tesis para obtener el título de maestría en ecología y pesquerías. Universidad Veracruzana. Boca del Río, Veracruz. 71 pp.
- \* Jordán-Dahlgren, E. 2004. Arrecifes coralinos del Golfo de México: caracterización y diagnóstico. In *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, M. Caso, I. Pisanty y E. Escurra (eds.). Instituto Nacional de Ecología / Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. pp. 555-572.

- \* Lee, W. Y., M. Omori, y R. W. Peck. 1992. Growth, reproduction and feeding behavior of the planktonic shrimp, *Lucifer faxoni* Borradaile 1915, off the Texas Coast. *Journal of Plankton Reserch* 14: 61-69.
- \* López, M. T. 1966. Biología de *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 en Cananéia, Brasil (Crustacea, Decapoda, Luciferidae). *Boletim do Instituto Oceanográfico* 15: 47-54.
- \* Moore, D. R. 1958. Notes on Blanquilla ref., the most northerly coral formation in the western Gulf of México. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*, (5):151-155.
- \* Mujica, A. y M. Medina. 2000. Distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos en el zooplancton de canales australes. Proyecto Cimar-Fiordo 2. *Ciencia y Tecnología Marina*, (23):49-68.
- \* Naomi, T. S., A. Geetha, R. M. George y S. Jasmine. 2006. Monograph on the planktonic shrimps of the genus *Lucifer* (Family Luciferidae) from the Indian EEZ. *Central Marine Fisheries Research Institute Bulletin* 49: 1-54.
- \* Okolodkov, Y. B., J. A. Aké-Castillo, M. G. Gutiérrez-Quevedo, H. Pérez-España y D. Salas-Monreal. 2011. Annual cycle of the plankton biomass in the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, southwestern Gulf of Mexico. In: Kattel, G. (Ed.). *Zooplankton and phytoplankton: Types, characteristics and ecology*. Nova Science Publishers, Inc. New York, USA. pp. 63-88.

\* Ortiz L. L. D. 2006. Análisis crítico de las zonas de regulación y planeación del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias y oceanografía costera. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. México. pp. 200.

\*Ortiz L. L. D., A. G. Barba y I. E. Carbajal. 2007. El contexto regional del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y las implicaciones para su manejo. Investigaciones científicas del Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. México. pp. 275-286.

\* Ortiz, M., A. Martín y Y.J. Díaz. 2007. Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*. 55 (2): 479-498.

\* Pascual, C. R., Y. Wakabar y M. N. Flynn. 2002. Composition, distribution and temporal variation of a suprabenthic community of Ribeira Bay, Angra dos Reis, Southeastern Brazil. *Oceánides* 17: 41-56.

\* Petruzzi, H.J., N.P. Stritzler, C.M. Ferri, J.H. Pagella y C.M. Rabotnikof. 2005. Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización de horno a microondas. *Boletín de Divulgación Técnica*, 88: 1-11.

- \* Poore, G. C. B. 2004. Marine Decapod Crustacea of Southern Australia: a guide to identification. CSIRO Publishing. Australia. pp. 557.
- \* Robles C. M. 2013. Relación de los parámetros oceanográficos con la distribución de clorofila-a en la zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México Occidental. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ecología y Pesquerías. Universidad Veracruzana. Instituto de ciencias marinas y pesquerías. México. pp. 59.
- \* Rojas A. J. 2008. Respuesta de la circulación oceánica ante el forzamiento de eventos de norte en la zona del Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis para obtener el título de maestro en ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 55.
- \* Rodríguez-Gómez, C. F., J. A. Castillo, y G. C. Bautista. 2013. Productividad primaria bruta y respiración planctónica en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Revista Hidrobiológica*. 23 (2): 143-153.
- \* Romeo, E. 1995. El arrecife como recurso. CONABIO. *Biodiversitas* 3: 8-13.
- \* Ruppert, E. E. y R. D. Barnes 1996. *Zoología de los invertebrados*. 6ta Edición. McGraw Hill, USA, pp. 1113.
- \*Salas-Perez J.J. y Granados-Barba A (2008) Oceanographic characterization of the Veracruz reef system. *Atmosfera* 21:281–301.

\*Salas-Perez J.J., D. Salas-Monreal, V. E. A. Fuentes, D. A. Salas-de-Leon, M. L.R. Enzastiga (2008) Tidal characteristics in a coral reef system from the western Gulf of Mexico. *Cien. Mar.* (34): 467–478.

\* Salas-Monreal D., D. A., Salas-de-León., M. A, Monreal-Gómez. y M. L. Riverón-Enzástigo. 2009. Current rectification in a tropical coral reef system. *Coral reefs*, Springer. Disponible en 10.1007/s00338-009-0521-9.

\*Salas-Monreal. 2011. Annual cycle of the plankton biomass in the National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, southwestern Gulf of Mexico. Zooplankton and phytoplankton. *Nova Science Publishers, Inc.* Pp. 63-88.

\* Salonen, K., J. I. H. Sarvala y M. L. Viljanen. 1976. The relation of energy and organic carbon in aquatic invertebrates. *Limnol. Oceanogr.* 2 (1): 724-730.

\*Simões, S. M., F. D’Incao, A. Fransozo, A. L. Castilho, y R. C. Costa. 2013. Sex ratio, growth and recruitment of the pelagic shrimp *Acetes americanus* on the southeastern coast of Brazil. *Journal of Crustacean Biology* (33): 1-9.

\* Siokou-Frangou, I., Papathanassiou, E. Differentiation of zooplankton populations in a polluted area. 1991. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 76:41-51.

\*Stramma L., G.C. Johnson, J. Sprintall y V. Mohrholz. 2008. Expanding Oxygen-Minimum Zones in the Tropical Oceans. *Science.* (320): 655-657.

\*Webber, M. K., Roff, J. C., Chisholm, L. A., y Clarke, C.1996. Zooplankton distributions and community structure in an area of the south coast shelf of Jamaica. *Bulletin of Marine Sciences*. (59): 259-270.

\* Williams, A. B. 1984. *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States*, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 550.

\* Winfield, I., M. A. Ávila, M. Ortiz y M. A. L. Aburto. 2013. Tanaidáceos (Peracarida: Tanaidaceae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: listado faunístico y registros nuevos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(1): 471-479.

\* WCMC (Comp.) y Groombridge, B. (Ed.). Biodiversity Data Sourcebook. World Conservation Press, Cambridge, UK. 1994.

\* Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic. *Zootaxa*, 3703 (1): 17-26.

\* Zavala-Hidalgo J., S.L. Morey y J.J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Research*. 108 (19): 1-19.

## **11. ANEXOS**

### **Anexo 1: Método para la estimación de biomasa zooplanctónica por Beers 1976.**

- 1.- Pesar las redes de plancton que se utilizará, para después restarlo al peso total del zooplancton.
- 2.- En un vaso de precipitados es colocado el embudo con la malla dentro para filtrar la muestra (el alcohol se reutilizara para volver a preservar la muestra)
- 3.- La muestra contenida en la red se vacía cuidadosamente a una probeta graduada con ayuda de una cuchara. La red debe de ser perfectamente volteada y enjuagada con alcohol para que absolutamente todo el contenido caiga en la probeta.
- 4.- La muestra es aforada a un volumen de 200 ml de agua dentro de la probeta.



5.- Una vez aforado se filtra de nuevo la muestra con ayuda de la red y el embudo para retirar la muestra del líquido y calcular el volumen de agua desplazado por el zooplancton (revisar cuidadosamente que no queden residuos de la muestra dentro de la probeta).

6.- Se coloca el embudo con la red que contiene la muestra dentro de un matraz kitazato y con ayuda de una bomba de vacío conectada al matraz se absorbe toda el agua intersticial. Una vez retirado el exceso de agua este se concentra y se regresa a la probeta con agua para hacer más exacto el cálculo del agua desplazada.

7.- Se pesa la red de zooplancton con la muestra mediante una balanza analítica y se le resta el peso que se había obtenido de la red desde el inicio; así es como se obtiene el valor en mg de la biomasa zooplactonica.

8.- La muestra de la red se coloca de nuevo en el alcohol original para volver a ser etiquetada y preservada.

## **Anexo 2: Método para la obtención de biomasa utilizado por Petruzzi (2005).**

1.- Conectar y encender la balanza analítica por 30 minutos.

2.-Cortar tres cuadros de 1 cm cuadrado de papel albanene.

3.- Secar el cuadro de papel albanene en el horno de microondas por tres minutos.

4.- Pesar el cuadro de papel albanene en la balanza.

5.- Anotar la primera lectura inmediatamente.

6.- después de dos minutos anotar la siguiente lectura.

7.- Después de 4 minutos obtener la tercera lectura.

- 8.- Separa en una caja de Petri y colocar 20 organismos de zooplancton sobre una red de 50 micrómetros (tamaño de red de 10 x 10 cm) por un minuto.
- 9.- Pasar los organismos al papel albanene para proceder a pesarlos.
- 10.- Repetir los pasos 5, 6 y 7.
- 11.- Repetir los pasos 8, 9 y 10 ahora con 40 organismos.
- 12.- Repetir los pasos 8, 9 y 10 ahora con 80 organismos.
- 13.- Para el secado, cada cuadro con el papel albanene con los organismos respectivos se colocaran en el horno de microondas por tres minutos.
- 14.- Pesar cada uno de los grupos (20, 40 y 80), por separado realizando los pesajes y anotando los pesos tres veces.
- 15.- Realizar la conversión del peso de un organismo, de acuerdo con la constante de Salonen *et al.* (1976).
- 16.- Extrapolar la biomasa por el número de organismos calculado en los 100m<sup>3</sup> de cada punto de muestreo.

**Anexo 3: Claves de identificación para sergéstidos del Golfo de México.**

- 1ª: Cuerpo extremadamente comprimido, varias veces más ancho dorso ventralmente que lateralmente; la cabeza forma un largo cuello cilíndrico entre los ojos y la boca; branquias ausentes ..... **Lucifer**
- 1b: Cuerpo no extremadamente comprimido; cabeza no alargada; branquias presentes..... **2**
- 2ª: Cuarto y quinto pereiópodo ausentes..... **Acetes americanus Carolinae**
- 2b: Cuarto y quinto pereiópodo presentes..... **3**

3ª: Modificaciones luminiscentes especializadas de la glándula gastrohéptica (órganos de pesta) presentes; fotóforos dérmicos ausentes; espinas supraorbitales y hepáticas presentes o ausentes..... **Sergestes**

3b: Modificaciones luminiscentes especializadas de la glándula gastrohéptica (órganos de pesta) ausentes; fotóforos dérmicos presentes o ausentes; si están presentes con o sin lentes cuticulares; espinas supraorbitales y hepáticas ausentes..... **Sergia**

**Género Lucifer**

1ª: Ojo y pedúnculo ocular menor o igual a la mitad del largo total del cuello entre el margen de la órbita y el margen anterior de la boca; en los machos adultos el sexto segmento abdominal se estrecha hacia la punta de manera ventral.....  
..... **Lucifer faxoni**

2b: Ojo y pedúnculo ocular casi tan largo como el cuello considerando el margen de la órbita y el margen anterior de la zona de la boca; en la parte superior del sexto segmento abdominal de manera ventral los machos presentan una punta bulbosa en el contorno..... **Lucifer typus**