



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

Distribución y abundancia espacio temporal de *Squilla*  
*empusa* (Crustacea:Stomatopoda) en la región suroeste del  
Golfo de México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

MARÍA DE LOS ÁNGELES CAUICH GARCÍA

TUTOR

DR. ADOLFO GRACIA GASCA

2010



Facultad de Ciencias  
UNAM



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.

Datos del alumno:

Cauich  
García  
María de los Ángeles  
0445516814490  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
302042197

2. Datos del tutor

Dr.  
Adolfo  
Gracia  
Gasca

3. Datos del sinodal 1

Dr  
José Luis  
Villalobos  
Hiriart

4. Datos del sinodal 2

Dr  
Frank Raúl  
Gío  
Argáez

5. Datos del sinodal 3

Dr  
Jorge Luis  
Hernández  
Aguilera

6. Datos del sinodal 4

M en C  
Talina  
Ruiz  
Rodríguez

7. Datos del trabajo escrito

Distribución y abundancia espacio temporal de *Squilla empusa*  
(Crustacea:Stomatopoda) en la región suroeste del Golfo de México  
63 p  
2010

## **Dedicatoria:**

*Mamá lulú que me ofreció su amor a costa de todas las adversidades y me enseñó que una madre no es la que te engendra si no la que te ama, gracias por demostrarme que la mujer no es un signo de debilidad, que con tu fuerza y mucho trabajo me sacaste adelante, gracias por ser el mejor ejemplo de mujer que he tenido.*

*Mamá Cristina y papá Gonzalo por el amor que me han tenido siempre y por ser la razón por la cual jamás me he alejado de mi camino.*

*A mi hermana Miroslava por que aunque no estamos juntas se que siempre puedo contar contigo, te quiero mucho.*

*A mis hermanas Betty, Brenda, Vania y Viviana que sin ustedes en mi camino no creo haber podido llegar a terminar este ciclo, gracias por las lágrimas compartidas, las alegrías vividas y las decepciones superadas.*

*A mis hermanas Tania y Paola por recibirme, quererme y confiar en mí durante todo este tiempo, ustedes han sido una parte importante en este trabajo.*

*Al M.C Mario Alejandro Gómez Ponce por el gran empeño que ha puesto en enseñarme y transmitirme de la mejor manera sus conocimientos académicos, por impulsarme a dar lo mejor de mí. Gracias por ser no solamente una figura de ciencia si no por haberme brindado tu apoyo, tus consejos y la amistad incondicional.*

*A M. en C. Faustino Zavala y Dra. María de la Luz Espinoza por haberme brindado no solamente sus enseñanzas académicas, si no también por mostrarme que el amor existe y perdura sobre todas las adversidades, gracias por el cariño y la amistad.*

## ***Agradecimientos:***

*Al Dr. Adolfo Gracia Gasca por aceptar dirigir este trabajo y el haberme brindado un espacio para poder llevarlo a cabo.*

*A los miembros de mi comité titorial y jurado de examen:*

*Dr. Frank Raúl Gío Argáez por haber sido mi guía durante la carrera, por confiar en mí, por sus consejos brindados para esta tesis y en mi formación personal.*

*Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart y al Dr. Jorge Luis Hernández Aguilera por el tiempo brindado para mejorar este trabajo.*

*M. en C. Talina Ruiz Rodríguez por el tiempo, los consejos, su gran ayuda en la elaboración de este trabajo y por su amistad brindada.*

*A mi papá Juan Francisco y mi hermano Juan Manuel.*

*A mis viejos amigos con los que he seguido recorriendo un camino: Álvaro, Valeria, Rubén, Diego, Alberto, Hugo y Mario.*

*A mis amigos de la Universidad: Adam (amiguís), Alaide (bruja), Alan (princesa), Alfredo, Alma, Ángel (micota), Andrés (micota), Artuto (biólogo), Arturo (químico), Artemisa (la ma), Betzy, Briseida, Carmen (nenis), Chio (roskita), Cauich (ratita), Cristina (química), Edgar (chinitos), Erandi, Estefania, Eunice (nena), Felipe (pillo), Felipe de Jesús, Memo Coronas, Hypatia, Isaura (chawa), Ivan (zwanchis), Juan Roberto (kikin), Laguitos (Ricardo), Luisho, Luisi (Bombon), Lulú, Marco, Milton (pathfinder), Migue, Sandra, Úrsula, Natasha, Netzy, Nicasio, Nikolay (guerrero), Oscar (chiquito), Paula, Pacollin, Remedios (mechita), Roberto (pájaro), Rocío yanel, Ruben (pop), Tzitzzy, Valerio, Zotz (Gaby) a todos ustedes por compartir conmigo no solo las instalaciones de la UNAM, clases o prácticas de campo si no también la amistad que me han brindado cada uno de ustedes. Los quiero.*

*A mis compañeros del instituto: Adrianita, Balam Barbará, Leo, Iety, Juanjollin, Toño, Yemin, Talina, Estuardo, Marco, Hisol, Myrna, Brian (el guapo), Pablito, Alejandra y Charly. Por los consejos y ayuda que me han brindado a lo largo de mi estancia en ICMYL.*

*A mis queridos amigos del Museo de Geología que no por ser los últimos serán los menos importantes: Gonzalo, Ricardo, Víctor, Ángel y Toño.*

*A una persona que en este momento y en tan corto tiempo me ha brindado el cariño, la confianza y el apoyo que me hacía falta para concluir este trabajo, gracias Romano.*

## ÍNDICE

Resumen.....	pág.7
Introducción.....	pág.8
Antecedentes.....	pág.11
Objetivos.....	pag.13
Área de estudio.....	pág.14
Material y métodos.....	pág.17
Resultados.....	pág.21
<i>Squilla empusa</i>	
Composición y abundancia total.....	pág.21
Distribución espacio-temporal y densidad.....	pág.23
Distribución espacio-temporal (Hembras).....	pág.28
Distribución espacio-temporal (Machos).....	pag.31
Frecuencia de tallas.....	pág.35
Frecuencia de tallas por sexo.....	pág.39
Distribución de tallas.....	pág.42
Abundancia por intervalos de tallas y profundidad.....	pág.45
Abundancia de sexos por intervalo de tallas y profundidad.....	pág.48
Discusión.....	pág.54
Distribución y abundancia relativa.....	pág.54
Relación talla profundidad.....	pág.55
Proporción por sexos.....	pág.57
Conclusiones.....	pág.59
Literatura consultada.....	pág.60

**Lista de figuras:**

<b>Fig.1.-Área de Estudio.....</b>	<b>pág.16</b>
<b>Fig.2.-Localización de los transectos y puntos de muestreo en el área de estudio.....</b>	<b>pág.18</b>
<b>Fig.3.-Captura total de organismos de <i>S. empusa</i> con relación al periodo.....</b>	<b>pág.22</b>
<b>Fig.4.-Número de Organismos capturados de <i>S. empusa</i> por sexo con relación al periodo climático.....</b>	<b>pág.22</b>
<b>Fig.5.-Abundancias relativas registradas en diferentes periodos climáticos.....</b>	<b>pág.23</b>
<b>Fig.6.-Distribución de la densidad de organismos de <i>S. empusa</i> durante la época invierno (Número de ind/ha).....</b>	<b>pág.25</b>
<b>Fig.7.-Distribución de la densidad de organismos de <i>S. empusa</i> durante la época primavera (Número de ind/ha).....</b>	<b>pág.26</b>
<b>Fig.8.-Distribución de la densidad de organismos de <i>S. empusa</i> durante la época verano (Número de ind/ha).....</b>	<b>pág.26</b>
<b>Fig.9.-Distribución de la densidad de organismos de <i>S. empusa</i> durante la época otoño (Número de ind/ha).....</b>	<b>pág.27</b>
<b>Fig.10.-Distribución de la densidad de hembras de <i>S. empusa</i> durante la época invierno.....</b>	<b>pág.29</b>
<b>Fig.11.-Distribución de la densidad de hembras de <i>S. empusa</i> durante la época primavera.....</b>	<b>pág.30</b>
<b>Fig.12.-Distribución de la densidad de hembras de <i>S. empusa</i> durante la época verano.....</b>	<b>pág.30</b>
<b>Fig.13.-Distribución de la densidad de hembras de <i>S. empusa</i> durante la época otoño.....</b>	<b>pág.31</b>
<b>Fig.14.-Distribución de la densidad de machos de <i>S. empusa</i> durante la época invierno.....</b>	<b>pág.32</b>
<b>Fig.15.-Distribución de la densidad de machos de <i>S. empusa</i> durante la época primavera.....</b>	<b>pág.33</b>
<b>Fig.16.-Distribución de la densidad de machos de <i>S. empusa</i> durante la época verano.....</b>	<b>pág.33</b>

Fig.17.-Distribución de la densidad de machos de <i>S. empusa</i> durante la época otoño.....	pág.34
Fig.18.-Frecuencia por intervalo de tallas de <i>S. empusa</i> de las cuatro campañas.....	pág.36
Fig.19.-Frecuencia por intervalo de tallas en invierno de <i>S. empusa</i> .....	pág.36
Fig.20.-Frecuencia por intervalo de tallas en primavera de <i>S. empusa</i> .....	pág.37
Fig.21.-Frecuencia por intervalo de tallas en verano de <i>S. empusa</i> .....	pág.37
Fig.22.-Frecuencia por intervalo de tallas en otoño de <i>S. empusa</i> .....	pág.38
Fig.23.-Frecuencia por intervalo de tallas en invierno por sexo de <i>S. empusa</i> .....	pág.40
Fig.24.-Frecuencia por intervalo de tallas en primavera por sexo de <i>S. empusa</i> .....	pág.40
Fig.25.-Frecuencia por intervalo de tallas en verano por sexo de <i>S. empusa</i> .....	pág.41
Fig.26.-Frecuencia por intervalo de tallas en otoño por sexo de <i>S. empusa</i> .....	pág.41
Fig.27.-Relación entre talla y profundidad de <i>S. empusa</i> en invierno.....	pág.43
Fig.28.-Relación entre talla y profundidad de <i>S. empusa</i> en primavera.....	pág.43
Fig.29.-Relación entre talla y profundidad de <i>S. empusa</i> en verano.....	pág.44
Fig.30.-Relación entre talla y profundidad de <i>S. empusa</i> en otoño.....	pág.45
Fig.31.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de <i>S. empusa</i> .....	pág.46
Fig.32.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de <i>S. empusa</i> .....	pág.47
Fig.33.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de <i>S. empusa</i> .....	pág.47
Fig.34.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de <i>S. empusa</i> .....	pág.48
Fig.35.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de machos de <i>S. empusa</i> .....	pág.50
Fig.36.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de machos de <i>S. empusa</i> .....	pág.50

**Fig.37.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de machos de *S. empusa*.....pág.51**

**Fig.38.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de machos de *S. empusa*.....pág.51**

**Fig.39.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de hembras de *S. empusa*.....pág.52**

**Fig.40.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de hembras de *S. empusa*.....pág.52**

**Fig.41.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de hembras de *S. empusa*.....pág.53**

**Fig.42.-Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de hembras de *S. empusa*.....pág.53**

**Lista de tablas:**

**Tabla 1.-Localización y profundidad de cada una de las estaciones de muestreo .....pág.19**

**Tabla 2.-Organismos capturados de *S. empusa* y su proporción de sexo por periodo climático .....pág.21**

**Tabla 3.-Distribución de la densidad (ind/ha) de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos .....pág.25**

**Tabla 4.-Distribución de la densidad (ind/ha) de Hembras de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos.....pág.29**

**Tabla 5.-Distribución de la densidad (ind/ha) de machos de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos.....pág.32**

**Tabla 6.-Valores de correlación entre la talla y la profundidad.....pág.42**

## Resumen:

En el presente estudio se analizó la distribución y abundancia espacio temporal, la variación de la proporción de sexos y la relación talla profundidad de la especie *Squilla empusa* durante el año 1992. La información utilizada en este trabajo, fue obtenida de cuatro campañas oceanográficas correspondientes a los meses de febrero, junio, septiembre y noviembre en el proyecto denominado "MONITOREO DE LAS FASES DE PRERECLUTAMIENTO DE ESPECIES ESTUARINO DEPENDIENTES DE IMPORTANCIA COMERCIAL FRENTE A LA LAGUNA DE TERMINOS" (MOOPED) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, que se realizó a bordo del B/O "Justo Sierra". El área de estudio estuvo comprendida en la porción sur del Golfo de México entre los 18° y 20° de latitud norte, y los 91° y 94° de longitud oeste, correspondiente a la plataforma continental frente a Tabasco y Campeche, desde la Laguna Machona hasta la parte oriental de la Laguna de Términos. Los muestreos se realizaron con redes de arrastre tipo camaroneras y posteriormente se procesaron las muestras y analizaron los datos para obtener su distribución geográfica y abundancia relativa de *S. empusa* en el área. *S. empusa* presentó una distribución que abarcó la zona frente al sistema Grijalva-Usumacinta en Tabasco hasta Puerto Real en Campeche, registrándose la máxima densidad en la época primavera (1336.92 ind/ha) y en Verano (521.68 ind/ha), disminuyendo de otoño a invierno. Durante los cuatro periodos los individuos de *S. empusa* presentaron tallas entre los 25 mm y 134 mm de longitud total. La mayor dispersión de tallas de estos organismos se observó en los estratos somero y medio, mientras que en el estrato profundo se encontró más restringida. La abundancia de machos con respecto a hembras fue menor, las hembras presentaron tallas mayores que los machos, y no se observó una tendencia a la distribución de machos y hembras. *S. empusa* presentó correlaciones significativamente positivas ( $P < 0.05$ ) con respecto a la profundidad durante los cuatro periodos climáticos con lo que se puede asumir que los organismos con mayor talla se distribuyen a mayor profundidad.

## Introducción

Los crustáceos estomatópodos son frecuentemente llamados esquilas, galeras, camarones mantis o catalinas de mar, constituyen un grupo importante dentro de la fauna bentónica ya que poseen un alto grado de diversidad (Manning, 1982). En la actualidad se reconocen alrededor de 449 especies distribuidas en todo el mundo predominando en las regiones tropicales, subtropicales, y templadas. Los estomatópodos se encuentran clasificados en cinco superfamilias, 18 familias y aproximadamente alrededor de 111 géneros de los cuales la familia más diversificada corresponde a los Squillidae (Reaka *et. al*, 2009)

Su papel dentro de la cadena trófica es fundamental no solamente por ser fuente de alimento para otros organismos sino también por ser depredadores activos de peces, moluscos, anélidos, crustáceos entre otros invertebrados, además son organismos oportunistas que aceleran la recirculación de la materia orgánica al alimentarse de organismos muertos. (Caldwell and Dingle, 1976; Reaka and Manning, 1981).

Los estomatópodos se presentan de manera abundante en la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón (Hendrickx, 1985). En varias regiones del mundo como en la cuenca del mediterráneo, son aprovechados, se les captura y sirven como alimento. En México existen especies que podrían ser potencialmente explotables; sin embargo, son escasamente utilizadas para el consumo local (Hendrickx and Salgado-Barragán, 1991)

Uno de los organismos más abundante en el Golfo de México es la especie *Squilla empusa* descrita por Say en 1818. Es una de las especies más comunes en las costa Atlántica de Norteamérica, se le conoce por ser un depredador altamente agresivo y por ser un carnívoro nocturno que se alimenta en su mayoría de camarones, caracoles, e incluso de otros estomatópodos (Heitler, 2000).

A pesar de que los estomatópodos son uno de los componentes más conspicuos de las comunidades de organismos bentónicos asociados al camarón (Vázquez - Bader 1988, 1996), el conocimiento sobre aspectos de la biología y ecología de las diferentes especies del Golfo de México es escasa (Vázquez- Bader y Gracia, 1994).

Este trabajo contribuye al conocimiento de las variaciones estacionales de la distribución y abundancia de los organismos de *S. empusa*.

## **Antecedentes:**

El estudio de los estomatópodos inició a finales del siglo XVIII, Bigelow en 1894 presentó un primer reporte sobre los estomatópodos del Indo Pacífico Oriente en el cual se incluyen principalmente características taxonómicas de dichos organismos. Basándose en el conocimiento acumulado sobre los estomatópodos en 1940 Schmitt publicó la primera monografía de las costas occidentales de América, en la cual se presenta la descripción de nuevas especies de estomatopodos.

En el año de 1959 Manning publicó un importante enlistado de crustáceos estomatópodos encontrados hasta el momento en el área de Florida y en zonas cercanas al Golfo de México. Posteriormente en 1969 presenta una primera monografía de estomatópodos del Atlántico occidente, en el cual se incluyen cambios en la taxonomía y datos sobre biología y distribución de los estomatópodos en México.

Manning y Reaka en 1980 publican un trabajo trascendente sobre la ecología de la distribución y las relaciones zoogeográficas de los crustáceos estomatópodos de la costa Pacífica de Costa Rica, el cual consistió en un estudio detallado de las 20 especies señaladas para ese país (13 de ellas también en México); además proporcionó una lista de las 50 especies y subespecies, asignadas a 18 géneros, para el Pacífico oriental y realizó un análisis ecológico y zoogeográfico del resto de las especies presentes en esta área, por lo que representó un texto de suma importancia para el estudio de los estomatópodos en México.

En un documento publicado por la FAO, Chirichigno *et al.*, (1982) presentan una amplia lista de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina, señalando que los estomatópodos constituyen una fuente de alimento potencial aprovechable, pero cuyo consumo es actualmente muy limitado y local.

Para el Golfo de México la información que se tiene sobre la biología y ecología de los estomatópodos es escasa y se encuentra dispersa, investigadores de la Secretaría de Marina realizaron importantes inventarios de la especies de decápodos y estomatópodos de la Sonda de Campeche (Hernández y Villalobos, 1980).

Hernandez-Aguilera en 1988 presenta uno de los primeros trabajos sobre comparación de la fauna carcinológica de estomatópodos y decápodos de cinco arrecifes del Golfo de México. En ese mismo año Hernández-Aguilera y Hermoso-Salazar a través de la Dirección general de Oceanografía Naval y como parte del inventario de flora y fauna de la Zona económica Exclusiva de México, presenta datos de los estomatópodos que han sido capturados en el Golfo de México. En donde destacan *Squilla empusa* y *S. chydæa*.

Trabajos referentes a la ecología en donde se hace referencia a los estomatópodos se restringen a los estudios de macroinvertebrados bénticos en la Bahía y Banco de Campeche realizadas por Vázquez-Bader (1988), Vázquez-Bader y Gracia (1994), Vázquez Bader (1996) y Ruiz-Rodríguez (2008) donde se reportó a *Squilla empusa* como una de las especies más abundantes, que se encuentra en profundidades someras y sustratos lodosos, limosos y de arena media terrígena.

## Objetivos

### General

- ❖ Analizar la variación espacio temporal de la distribución y abundancia de organismos adultos de *S. empusa*. Durante cuatro periodos climáticos (primavera, verano, otoño e invierno).

### Particulares

- ❖ Analizar los patrones de distribución espacio temporal de *S. empusa*.
- ❖ Analizar las variaciones estacionales de la abundancia de *S. empusa*.
- ❖ Analizar la variación de sexos en los diferentes periodos climáticos.
- ❖ Analizar la relación entre la talla de los organismos y la profundidad de colecta.

## Área de Estudio

El Golfo de México ocupa una extensión desde la bahía de Florida, EUA hasta cabo catoche, México (Britton and Morton 1989) y se encuentra dividida en cuatro sectores: NO, NE, SO, SE. para crear límites que pudieran facilitar el estudio de la distribución de las especies (Pequegnat and Pequegnat, 1970).

El área de estudio se encuentra entre los 18° y 20° de latitud N y los 91° y 94° de longitud Oeste, e incluye parte de la plataforma continental de Tabasco y Campeche (desde la Laguna de Machona en Tabasco hasta la porción más oriental de la Laguna de Términos Campeche) (Figura 1).

De acuerdo con Köppen el clima en la parte sur del Golfo de México es de tipo Am (Caluroso Subhúmedo con lluvias en verano). Se presenta una precipitación media anual que va desde los 1100 llegando a alcanzar hasta 2000 mm (Gutierrez-Estrada, 1977) y una temperatura promedio de 26° C alcanzando temperaturas de 35° C. La salinidad en la superficie del agua en el banco de Campeche oscila entre 36.33 y 36.64‰.

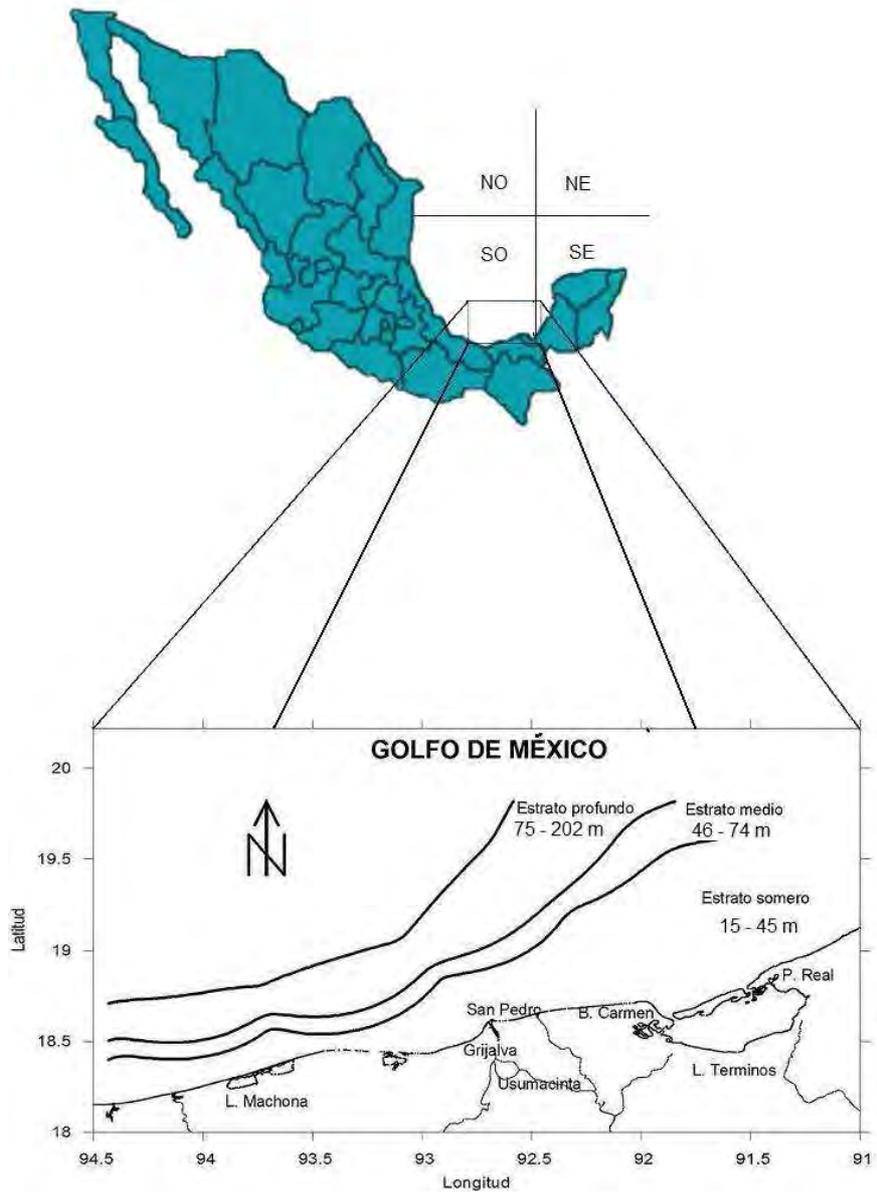
En la región de estudio predominan vientos de dirección este-sureste con una velocidad máxima promedio de ocho nudos, con excepción de la época de Nortes, lapso en el cual los vientos presentan una velocidad entre los 50 y 72 nudos con dirección norte-noroeste.

El Golfo de México recibe descargas de una serie de ríos siendo el más importante un ramal del río Usumacinta, el cual tiene una influencia notable en cuanto al aporte de sedimentos terrígenos y materia orgánica (Czitrom *et al.*, 1986). De la misma manera se tiene un aporte de materia aunque menor por parte de los ríos Coatzacoalcos, Grijalva, Chumpán y el río Candelaria. En esta zona se localiza la laguna costera Machona en Tabasco y la laguna de Terminos en Campeche.

En el suroeste del Golfo de México se reconocen las siguientes provincias geológicas: Plataforma Mexicana oriental, Bahía de Campeche y Banco de Campeche el cual presenta una amplia plataforma carbonatada (Antoine y Gimore, 1970).

Se observan corrientes semipermanentes, predominando la corriente de Lazo en el noroeste del canal de Yucatán, fluyendo hacia el estrecho de Florida. Parte de este flujo se desvía hacia el oeste y entra a la Bahía de Campeche, entrando al Golfo de México a través del Canal de Yucatán (Monreal- Gómez y Salas de León, 1990).

Existen regiones en el Golfo de México que presentan afloramientos de agua oceánicas debido a la acción de corrientes y vientos dominantes de la zona, ocasionando que los nutrientes del suelo oceánico suban a la superficie y teniendo como resultado un aumento en la productividad primaria. La presencia de estos giros en la Bahía de Campeche, ha sido mencionada por algunos autores (Salas de León y Monreal-Gómez, 1986). Los cuales relacionan los giros con la corriente que entra al Golfo de México a través del Canal de Yucatán.



**Figura 1.- Área de Estudio**

## **Material y Métodos**

El material utilizado en este trabajo fue obtenido durante el desarrollo del proyecto MOPEED (Monitoreo de Prerreclutas de especies Estuarino-Dependientes, Comunidades Bénticas y Mareas internas en el Sur del Golfo de México). Dentro del estudio se incluyen muestras provenientes de cuatro campañas oceanográficas realizadas a bordo del B/O *Justo Sierra* y que corresponden a cuatro periodos climáticos:

MOPEED I. Del 12 al 22 de Febrero de 1992. (Invierno)

MOPEED II . Del 18 al 27 de Junio de 1992. (Primavera)

MOPEED III. Del 10 al 20 de Septiembre de 1992. (Verano)

MOPED IV. Del 7 al 17 de Noviembre de 1992. (Otoño)

En este proyecto se estableció una red de estaciones (Tabla 1) ubicadas a lo largo de seis transectos perpendiculares a la costa, ubicados frente a las desembocaduras de los principales sistemas fluviales en el suroeste del Golfo de México, las cuales de encontraron entre los 16 y los 200m de profundidad. (Figura 2).

**Transecto I** Frente a la Laguna de Machona, Tabasco

**Transecto II** Frente al sistema Grijalva- Usumacinta, Tabasco

**Transecto III** Frente a la desembocadura del río San Pedro, limite entre Tabasco y Campeche

**Transecto IV** Frente a la boca del Carmen, Campeche

**Transecto V** Frente a la laguna de Términos, Campeche

**Transecto VI** Frente a la boca de Puerto Real, Campeche

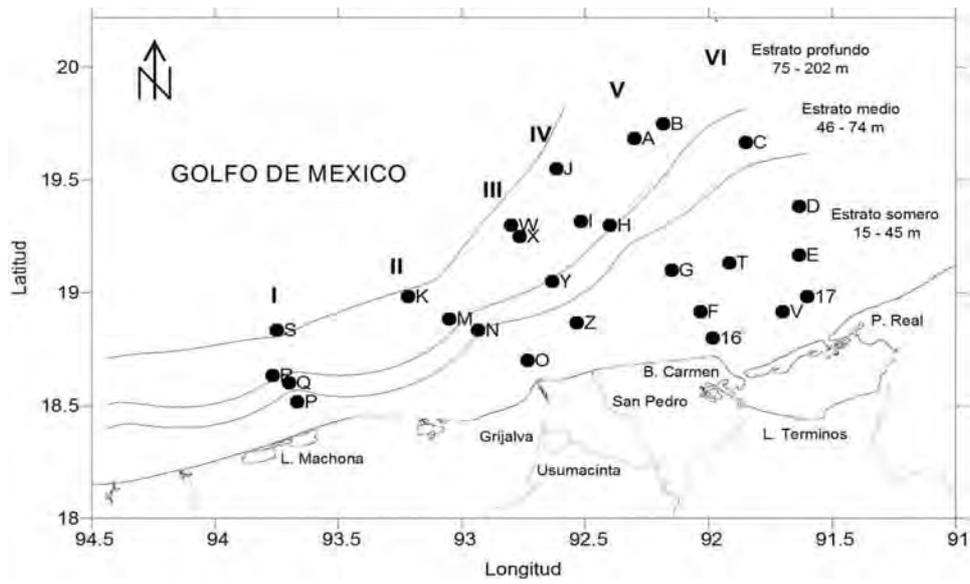


Fig. 2.- Localización de los transectos y puntos de muestreo en el área de estudio.

**Tabla 1.- localización y Profundidad de cada una de las estaciones de muestreo.**

<b>Estación</b>	<b>Latitud N</b>	<b>Longitud W</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Tipo de sustrato</b>
<b>16</b>	18° 48' 5"	91° 59' 5"	18	<b>Carbonatos</b>
<b>17</b>	18° 59' 0"	91° 36' 0"	18	<b>Carbonatos</b>
<b>A</b>	19° 41' 1"	92° 18' 8"	190.8	<b>Lodos</b>
<b>B</b>	19° 45' 0"	92° 11' 8"	90	<b>Lodos</b>
<b>C</b>	19° 40' 0"	91° 51' 6"	63	<b>Carbonatos</b>
<b>D</b>	19° 23' 7"	91° 38' 9"	37.8	<b>Carbonatos</b>
<b>E</b>	19° 10' 8"	91° 38' 9"	19.8	<b>Carbonatos</b>
<b>F</b>	18° 55' 6"	92° 02' 5"	18	<b>Carbonatos</b>
<b>G</b>	19° 06' 5"	92° 09' 2"	21.6	<b>Lodos</b>
<b>H</b>	19° 18' 5"	92° 24' 8"	68.4	<b>Lodos</b>
<b>I</b>	19° 19' 9"	92° 31' 4"	122.4	<b>Lodos</b>
<b>J</b>	19° 33' 5"	92° 37' 5"	180	<b>Lodos</b>
<b>K</b>	18° 59' 6"	93° 13' 6"	180	<b>Lodos</b>
<b>M</b>	18° 53' 0"	93° 03' 0"	75	<b>Terrígenos</b>
<b>N</b>	18° 50' 7"	92° 56' 3"	51	<b>Terrígenos</b>
<b>O</b>	18° 42' 8"	92° 44' 3"	19	<b>Lodos</b>
<b>P</b>	18° 31' 5"	93° 40' 0"	29.7	<b>Terrígenos</b>
<b>Q</b>	18° 36' 5"	93° 42' 0"	72	<b>Terrígenos</b>
<b>R</b>	18° 38' 4"	93° 46' 6"	108	<b>Terrígenos</b>
<b>S</b>	18° 50' 0"	93° 45' 0"	108	<b>Lodos</b>
<b>T</b>	19° 08' 0"	91° 55' 0"	21.6	<b>Carbonatos</b>
<b>V</b>	18° 55' 0"	91° 42' 0"	18	<b>Carbonatos</b>
<b>W</b>	19° 18' 7"	92° 48' 4"	165.6	<b>Lodos</b>
<b>X</b>	19° 15' 2"	92° 46' 5"	160.2	<b>Lodos</b>
<b>Y</b>	19° 03' 0"	92° 38' 0"	54	<b>Lodos</b>
<b>Z</b>	<b>18° 52' 0"</b>	<b>92° 32' 0"</b>	<b>18</b>	<b>Lodos</b>

La colecta de los organismos adultos de *Squilla empusa* se efectuó por medio de lances con redes de arrastre camaronera de tipo comercial de 13.7, 18.3 y 24.4m de abertura de boca y una luz de malla de 2.5cm. Cada lance tuvo una duración aproximada de 30 minutos, tiempo en el cual se recorrió una distancia media de 1.5 millas náuticas. Los organismos de *S. empusa* colectados fueron separados, identificados con claves específicas, medidos en su longitud total, pesados, sexados, etiquetados y preservados en frascos con una solución de alcohol al 70%.

### **Análisis de los datos**

La densidad se obtuvo a partir del número de (ind/ha) que se estimó por medio del "método de área de barrido" (Sparre y Siebren, 1997), que propone:

$$A = D * rs * X2$$

Donde:

A = área de barrido.

D = distancia que se arrastro.

Rs = longitud de la relinga superior.

X2 = 0.6 (coeficiente al que trabaja la red, porcentaje)

Esto se realizó con el objeto de estandarizar los resultados obtenidos por campaña. De la misma manera se estimó la densidad (ind/ha) para machos y hembras de *S. empusa*.

Posteriormente se compararon la distribución y abundancia de cada periodo climático, realizando así los mapas correspondientes de distribución y abundancia (densidad ind/ha) con el programa Surfer 8.0.

Se hicieron pruebas de correlación de tallas de los organismos contra la profundidad, con el objeto de analizar la relación entre la talla y la profundidad en cada periodo climático.

## Resultados

### Composición y abundancia total

Durante las cuatro campañas oceanográficas se capturó un total de 6,613 organismos de *S. empusa* de los cuales se obtuvieron 371 en invierno, 2,262 en primavera, 3,032 en verano y finalmente 948 en otoño (Tabla 2, fig. 3). La mayor abundancia total se observa en verano, periodo en el cual se tienen los mayores registros de organismos de *S. empusa*.

Para la temporada de invierno se registró la colecta de 228 hembras y 139 machos. En primavera se obtuvieron 1,525 hembras y 737 machos, para el periodo de verano 1,819 hembras y 1,213 machos y, finalmente en otoño se obtuvieron 613 hembras y 335 machos. La proporción de sexos general fue de 1 macho por cada 2 hembras (Tabla 2, fig. 4).

Tabla 2.- Proporción de sexo de *S. empusa* por periodo climático.

Periodo	Machos	Hembras	Total	Proporción de Sexos
Invierno	139	228	367	1:2
Primavera	737	1,525	2,262	1:2
Verano	1,213	1,819	3,032	1:1
Otoño	335	613	948	1:2

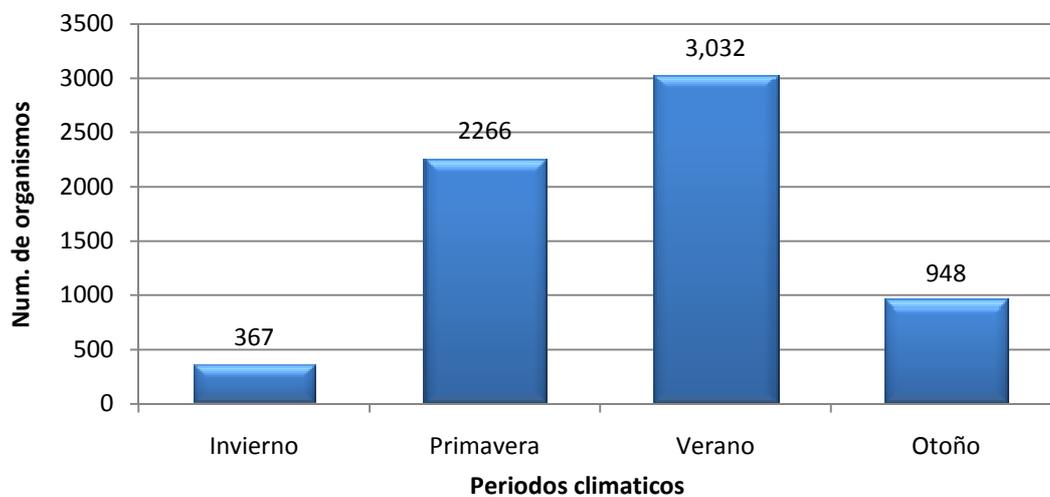


Fig. 3.- Captura total de organismos de *S. empusa* con relación al periodo

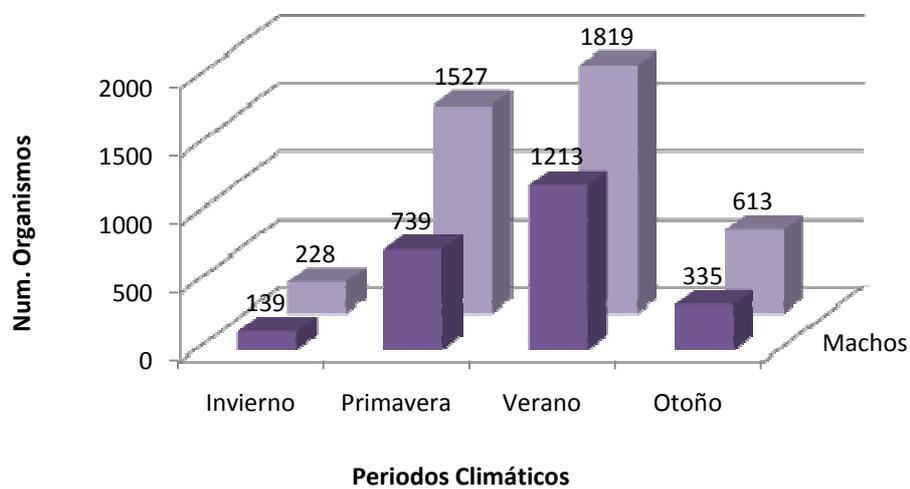


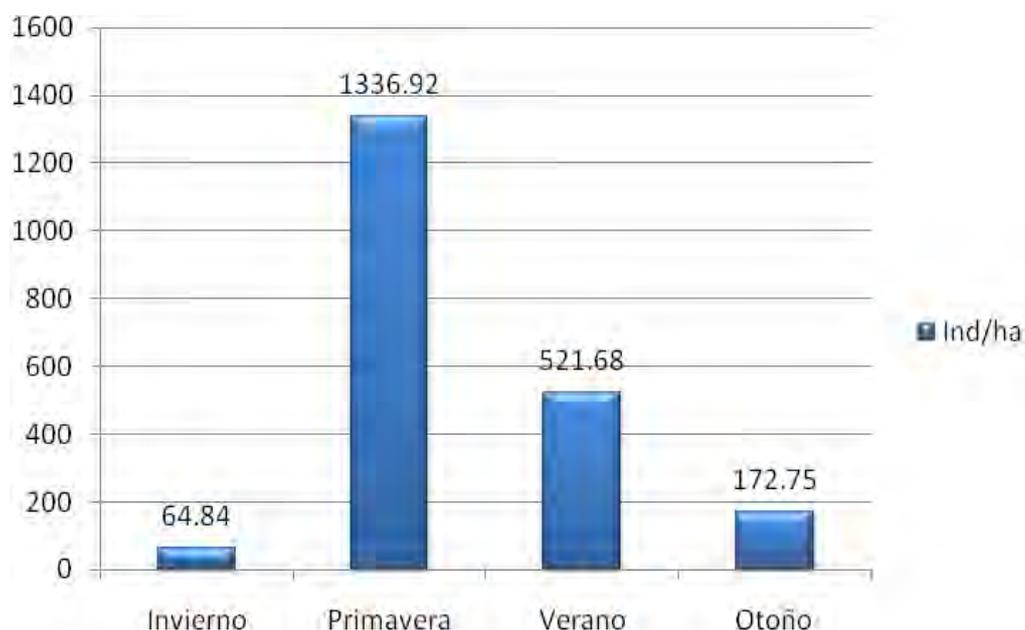
Fig. 4.- Número de Organismos capturados de *S. empusa* por sexo con relación al periodo climático

## Distribución

### Distribución espacio- temporal y densidad

La distribución de los organismos de *S. empusa* en las cuatro campañas oceanográficas se mostró de manera amplia en el área de estudio ya que se registró en la mayoría de las estaciones a lo largo de los transectos ubicados frente al sistema Grijalva- Usumacinta, Tabasco hasta Puerto Real, Campeche.

La densidad total durante las cuatro campañas presentó una variación marcada entre periodos. Se puede observar que el periodo de primavera es la estación con una mayor densidad con 1336.92 ind/ha. El verano y otoño mostraron una presencia total de 521.68 ind/ha y 172.75 ind/ha respectivamente. El periodo con menor densidad observada se presentó durante la época de invierno con una abundancia de 64.84 ind/ha. (Figura 5)



**Fig. 5.- Densidades registradas en diferentes periodos climáticos.**

La presencia de los organismos de *S. empusa* en el invierno, se observó principalmente frente a la desembocadura de boca del Carmen y Puerto Real en Campeche a una profundidad de 18 a 69.7 m. Las mayores densidades se

encontraron en las estaciones G y D con valores de 20.38 ind/ha y 21.67 ind/ha, respectivamente. La densidad promedio en este periodo fue de 8.1 ind/ha (Tabla 3 y Fig. 6).

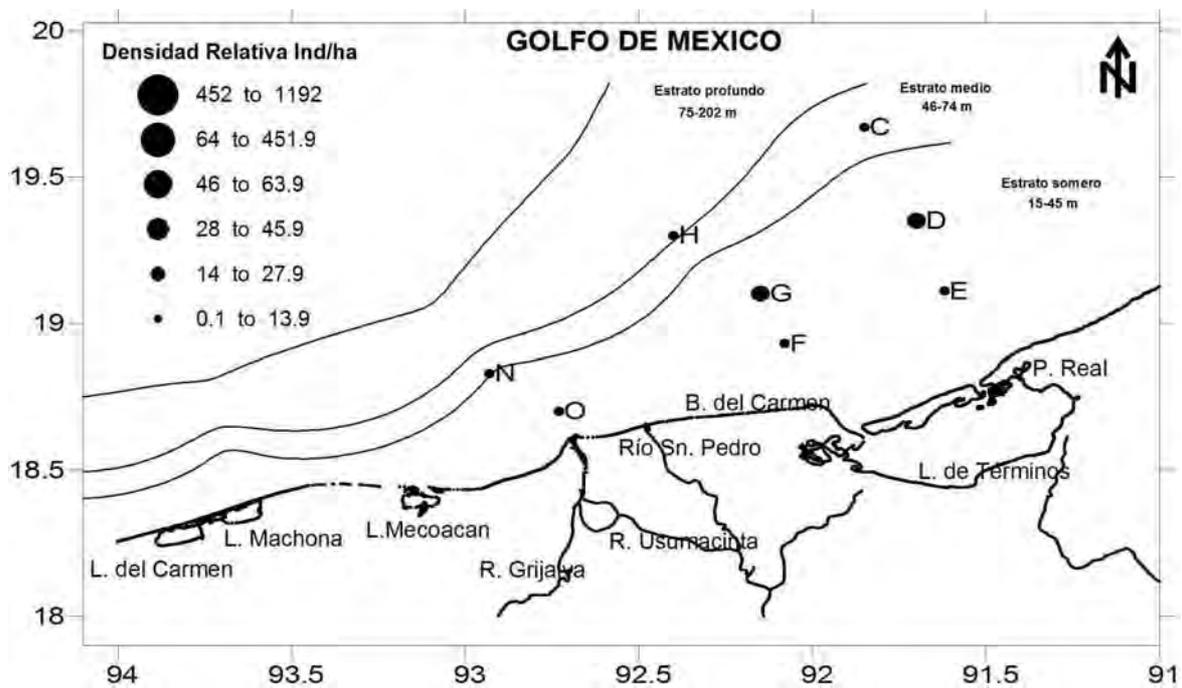
Durante primavera se registró la presencia de estos organismos entre profundidades de 19 a 72 m. La distribución de *S. empusa* en este periodo se observó en las localidades frente al sistema Grijalva-Usumacinta, boca del Carmen y Puerto Real en Campeche. Claramente se puede observar una mayor densidad de individuos frente a la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta con un centro de alta abundancia en la estación O. En este periodo se obtuvo una densidad promedio de 133.7 ind/ha. (Tabla 3 y Fig. 7).

En el verano, la mayor concentración de estos organismos se continúa observando principalmente frente al sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, Boca del Carmen y Puerto Real entre 16 y 52 m de profundidad. La mayor densidad se encuentra de igual manera en la estación O con una densidad de 450.9 ind/ha. Para este periodo se obtuvo una densidad promedio de 56.96 ind/ha. (Tabla 3, Fig. 8)

En la campaña realizada en el mes de Noviembre (otoño) se obtuvo una abundancia promedio de 13.31 ind/ha. en un intervalo de profundidad de 15 a 76 m. La distribución en este periodo fue la más amplia ya que se observó la presencia de *S. empusa* en la mayoría de los transectos y en un número alto de estaciones. En este periodo no se observó una densidad alta como en los periodos de primavera y verano. La mayor densidad encontrada fue de 51.81 ind/ha. en la estación D Ubicado Frente a Puerto Real, Campeche (Tabla 3 y Fig. 9).

**Tabla 3 Distribución de la densidad (ind/ha) de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos.**

	C	D	E	F	G	H	M	N	O	V	Z	17
<b>Invierno</b>	2.06	21.67	1.57	0.59	20.38	4.15		3.32	11.10			
<b>Primavera</b>	0.59	52.79	0.68	45.12	18.06	13.03	5.74	9.81	1191.10			
<b>Verano</b>	16.70	19.74	0.90	4.05	10.77		1.97	11.57	450.90			5.08
<b>Otoño</b>	10.20	51.81	18.75	14.36	9.87	9.79	16.06	7.04	5.19	5.24	14.20	10.24



**Fig. 6.- Distribución de la densidad (ind/ha) de *S. empusa* durante la época Invierno**

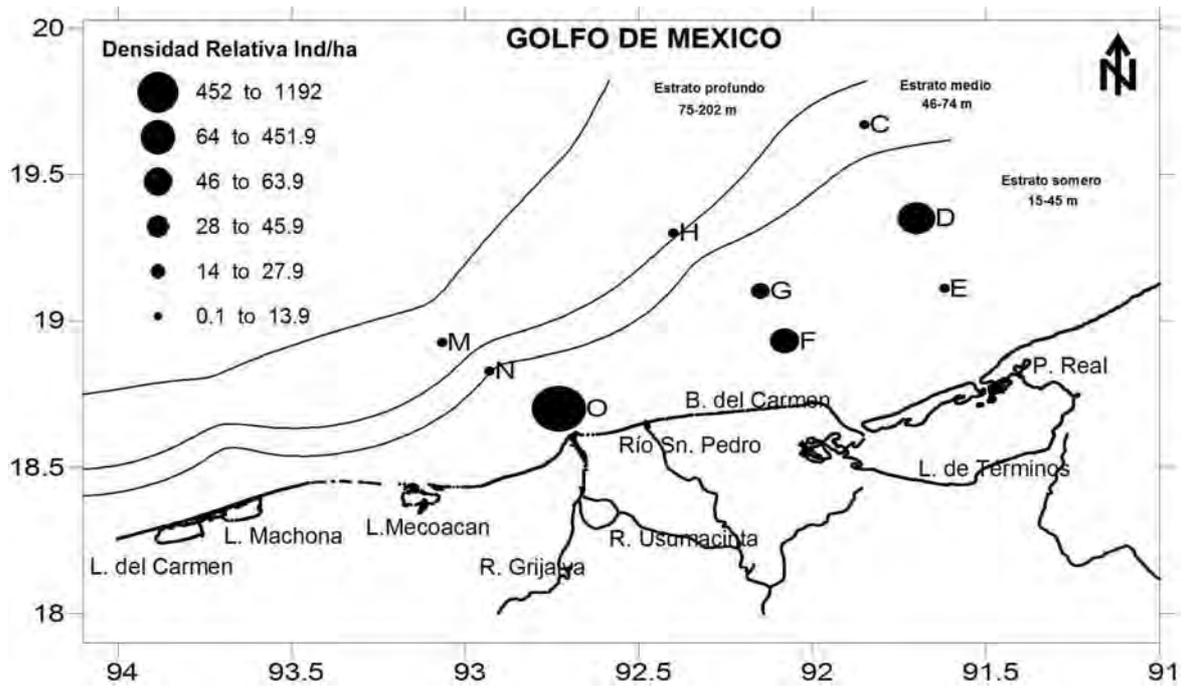


Fig. 7.- Distribución de la densidad (ind/ha) de *S. empusa* durante la época Primavera

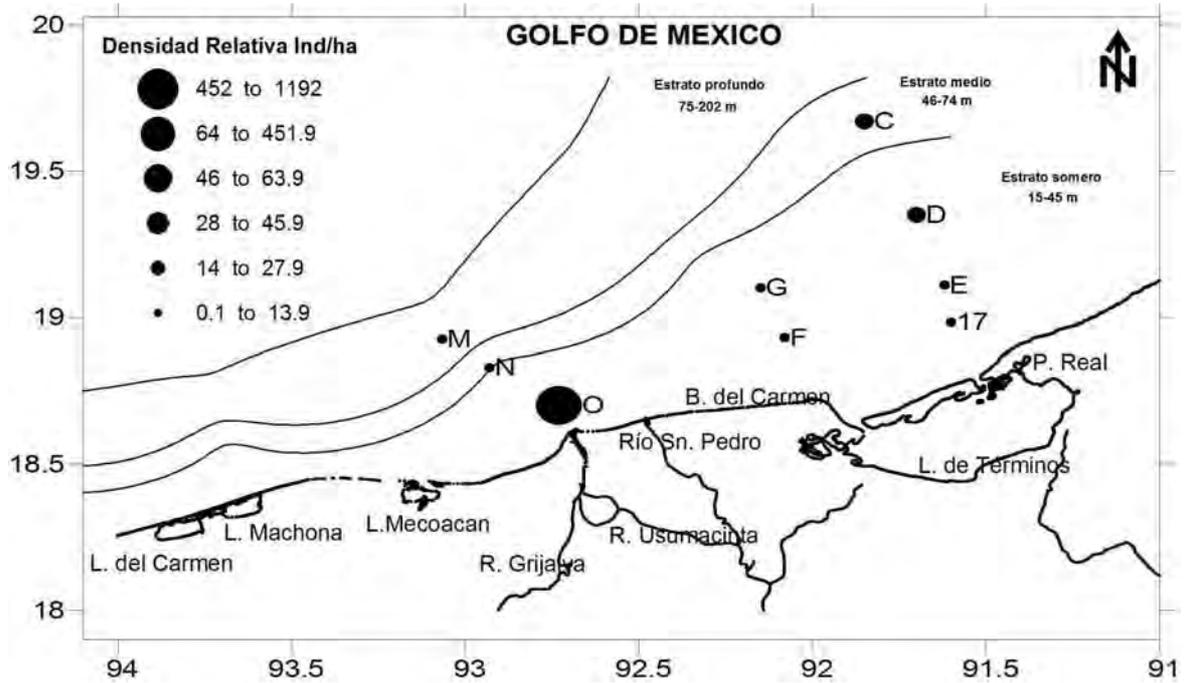


Fig. 8.- Distribución de la densidad (ind/ha) *S. empusa* durante la época Verano

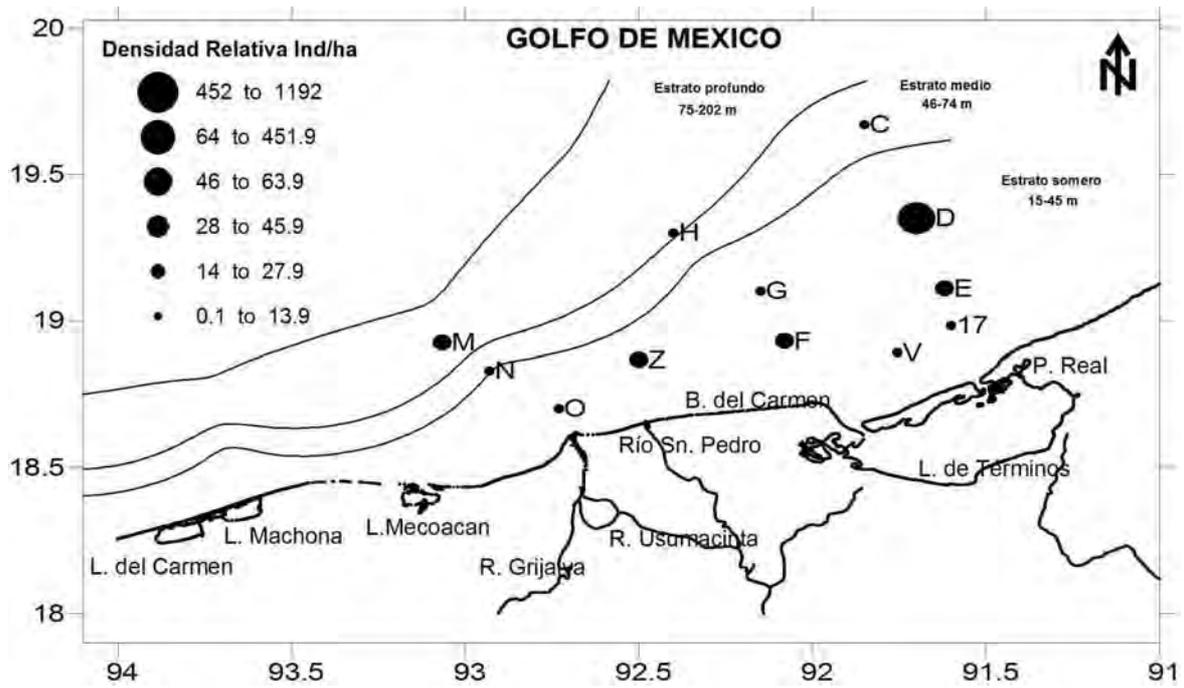


Fig. 9.- Distribución de la densidad (Ind/ha) de *S. empusa* durante la época Otoño

## **Distribución espacio temporal (Hembras)**

La presencia de hembras de *S. empusa* para invierno se observa únicamente en los transectos ubicados frente al sistema Grijalva-Usumacinta, Boca del Carmen y Puerto Real, la mayor densidad de hembras durante este periodo se encontró en la estación D ubicada frente a Puerto Real con una densidad de 13.19 ind/ha a 36.7 m de profundidad (Tabla 4, Fig. 10)

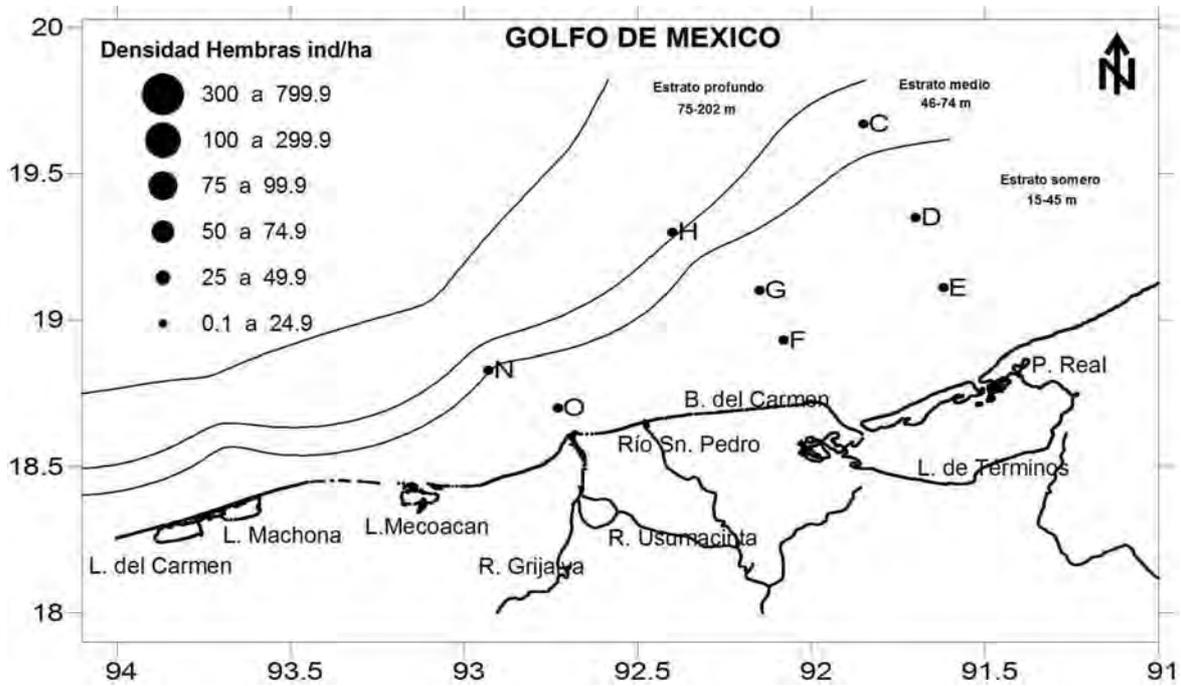
En lo que respecta a primavera, la distribución de hembras no se observa de una manera tan clara, ya que se encontraron en los mismos transectos que en invierno. Un cambio muy notorio fue la alta densidad observada en la estación O frente al sistema Grijalva-Usumacinta presentando una densidad de 793.84 ind/ha a una profundidad de 19 m. La densidad promedio para este periodo es de 98.97 ind/ha. (Tabla 4, Fig. 11)

Durante la época de verano se siguió observando una alta densidad frente al sistema fluvial Grijalva- Usumacinta en la estación O con una abundancia de 249.91 ind/ha. y una densidad promedio de 32.58 ind/ha. La distribución de hembras se observó de manera general en las mismas estaciones que en los periodos anteriores. (Tabla 5, Fig. 12)

En otoño se observa un aumento notorio en la distribución de las hembras de *S. empusa* ya que no sólo se presentaron en los transectos ubicados frente a Grijalva-Usumacinta, Boca del Carmen y Puerto Real como en los periodos pasados sino, también en los transectos situados frente a la desembocadura del río San Pedro y a la Laguna de Términos. Durante este periodo la mayor densidad de organismos se encuentra en la estación D frente a Puerto Real con una densidad de 37.50 ind/ha. a una profundidad de 32 m. La densidad promedio para esta estación fue de 8.96 ind/ha. (Tabla 6, Fig. 13)

**Tabla 4 Distribución de la densidad (ind/ha) de Hembras de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos.**

	C	D	E	F	G	H	M	N	O	V	Z	17
Invierno	0.41	13.1	1.31	0.59	10.9	2.0		2.1	8.59			
Primavera		9	0.68	17.8	13.6	7.3	3.6	6.4	793.8			
Verano	14.2	7.01	0.71	2.02	6.04		1.6	7.6	249.9			3.9
Otoño	7	7.69	37.5	10.1	6.85	4.93	6.4	8.0	3.2	4.2	5.2	6.8
			5			1	3	5		4	4	2



**Fig. 10.- Distribución de la densidad (ind/ha) de hembras de *S. empusa* durante la época de invierno.**

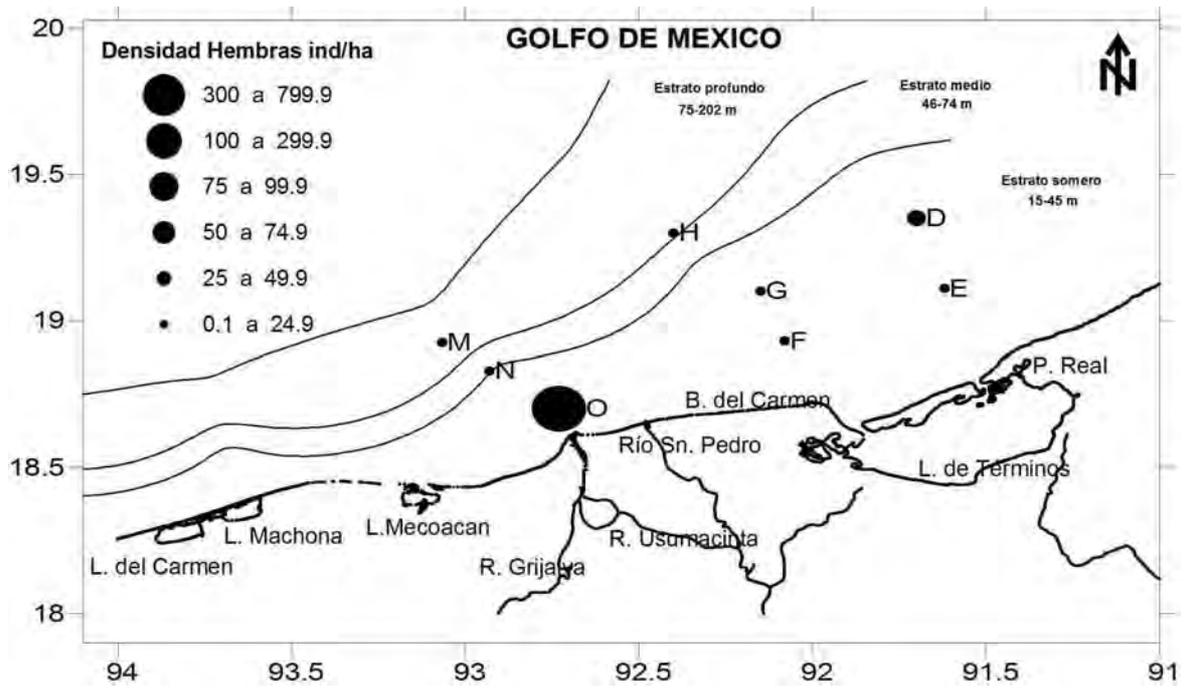


Fig.11.- Distribución de la densidad (ind/ha) de hembras de *S. empusa* durante la época primavera.

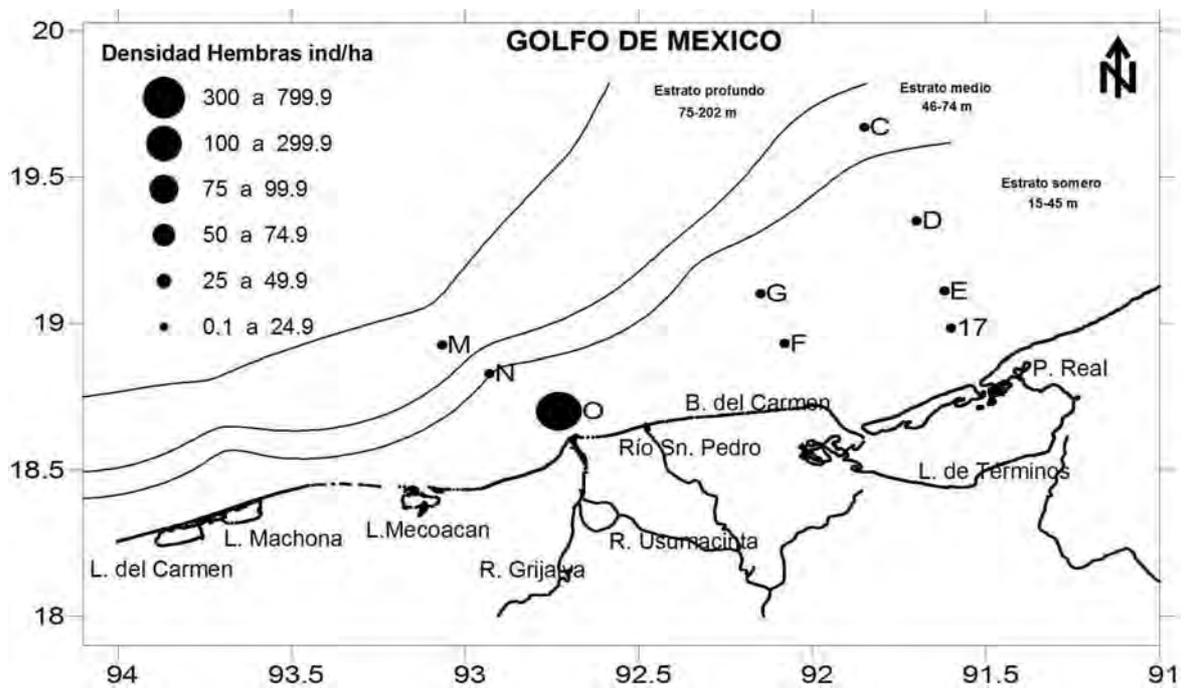


Fig. 12.- Distribución de la densidad (ind/ha) de hembras de *S. empusa* durante la época verano.

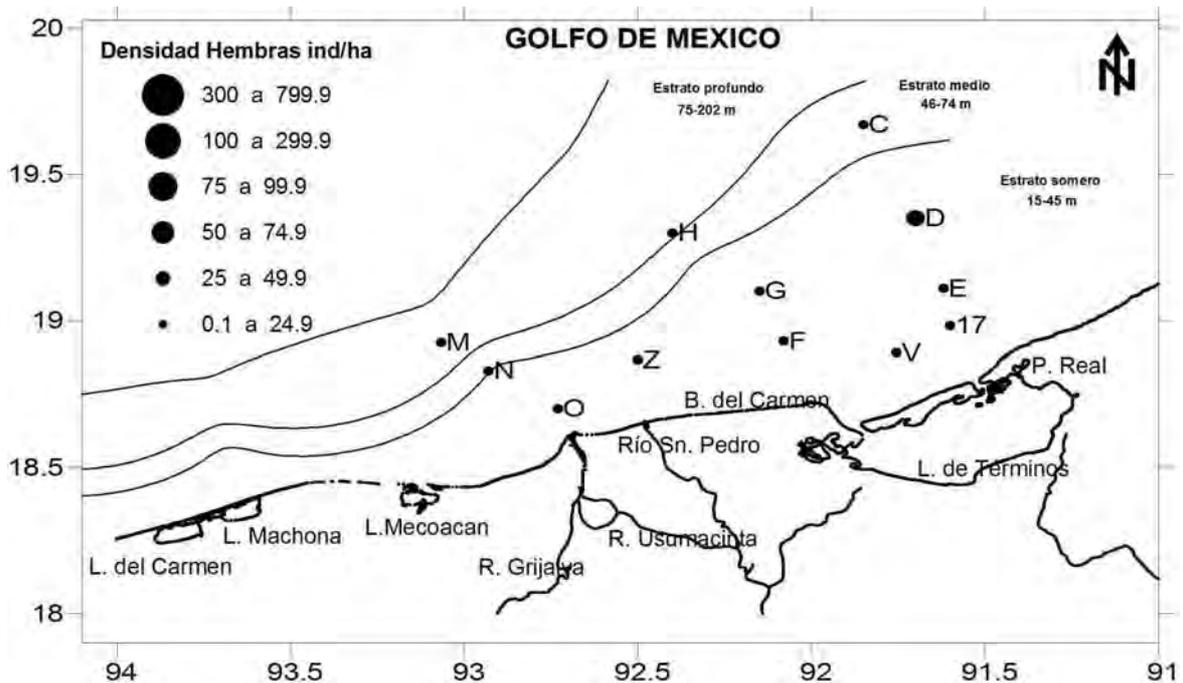


Fig. 13.- Distribución de la densidad (ind/ha) de hembras de *S. empusa* durante la época otoño.

#### Distribución espacio temporal (Machos)

La distribución de los machos durante la época de invierno se observó en los transectos frente a la desembocadura del sistema Grijalva –Usumacinta, Boca del Carmen y Puerto Real. La densidad promedio para este periodo fue de 3.22 ind/ha y las mayores densidades se observaron en las estaciones D y G ubicados frente a Puerto Real y Boca del Carme con una densidad de 8.48 9.47 ind/ha respectivamente (Tabla 5, Fig. 14)

Durante la primavera se encontró una densidad promedio de 54.30 ind/ha. La mayor densidad registrada se encontró en la estación O ubicada frente al sistema Grijalva –Usumacinta con una densidad de 397.26 ind/ha a una profundidad de 19m. La distribución de los machos de *S. empusa* en este periodo se observa en las mismas regiones que en invierno. (Tabla 5, Fig. 15)

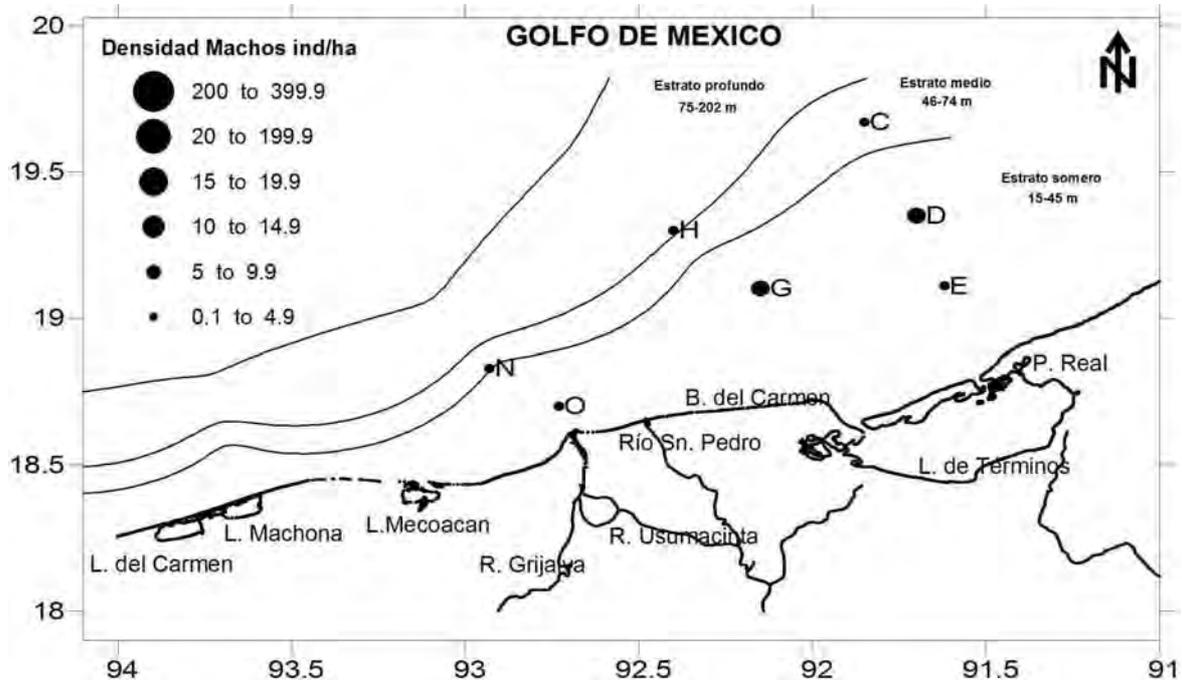
En verano, la mayor densidad de machos de *S. empusa* se siguió localizando frente al sistema Grijalva –Usumacinta en la estación O con una densidad de

200.99 ind/ha. La densidad promedio para este periodo fue de 24.60 ind/ha. (Tabla 5, Fig. 16)

Para el periodo de otoño la distribución de los machos fue más amplia ya que se observó frente al sistema Grijalva-Usumacinta, Puerto Real, Boca del Carmen y el río San Pedro. La mayor abundancia se presentó frente a Puerto Real en la estación D con una abundancia de 14.48 ind/ha. La densidad promedio para esta estación fue de 5.6 ind/ha. (Tabla 5, Fig. 17)

**Tabla 5 Distribución de la densidad (ind/ha) de machos de *S. empusa* durante cuatro periodos climáticos.**

	C	D	E	F	G	H	M	N	O	V	Z	17
Invierno	1.6 4	8.48	0.3 9		9.4 7	2.0 7		1.2 1	2.52			
Primavera	0.5 9	6.09		14.8 4	4.4 4	5.7 2	2.0 6	3.3 8	397.2 6			
Verano	2.4 3	5.72	0.1 5	2.02	4.7 3		0.3 3	3.9 1	200.9 9			1.1 3
Otoño	2.5 1	14.4 8	8.6	4.57	4.1 6	3.3 7	8.0 3	3.7 9	0.99		7.3 6	3.7 2



**Fig. 14.- Distribución de la densidad de machos de *S. empusa* durante la época de invierno.**

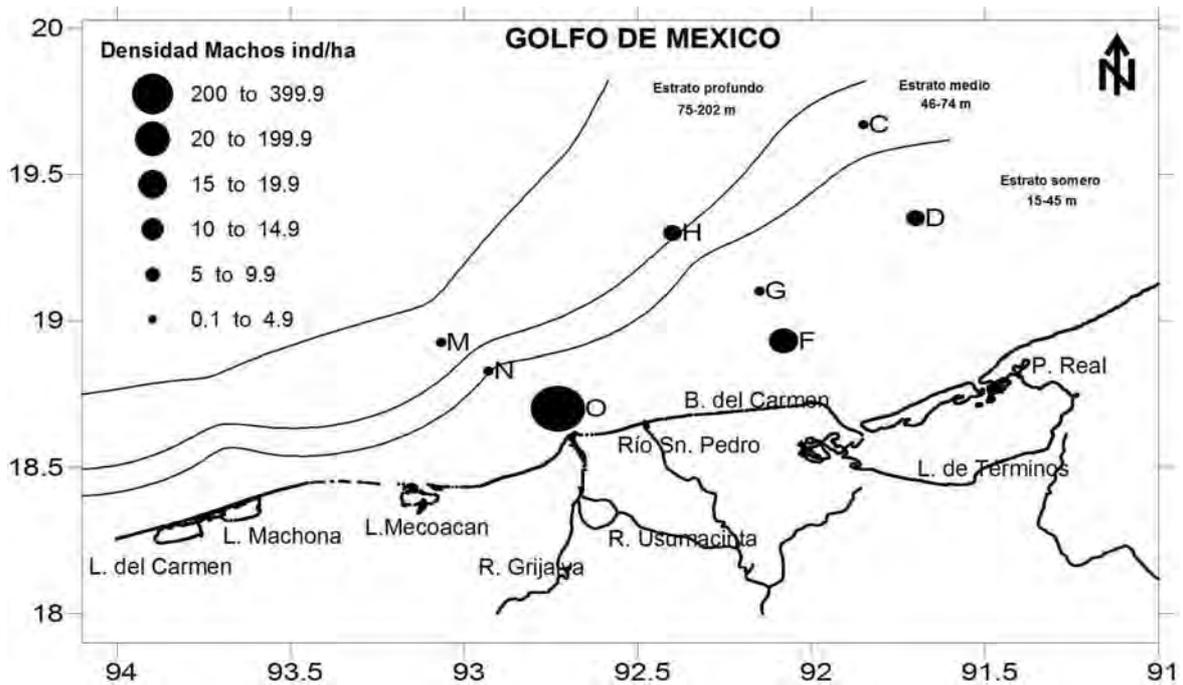


Fig. 15.- Distribución de la densidad de machos de *S. empusa* durante la época de primavera

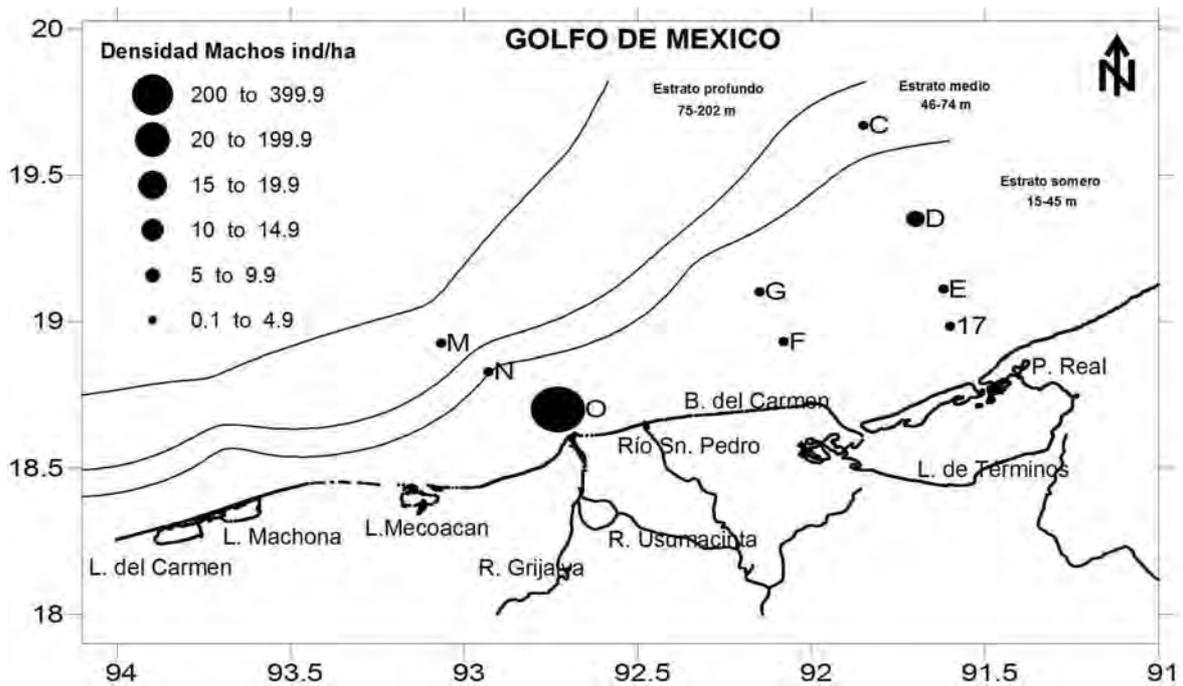


Fig. 16.- Distribución de la densidad de machos de *S. empusa* durante la época de verano.

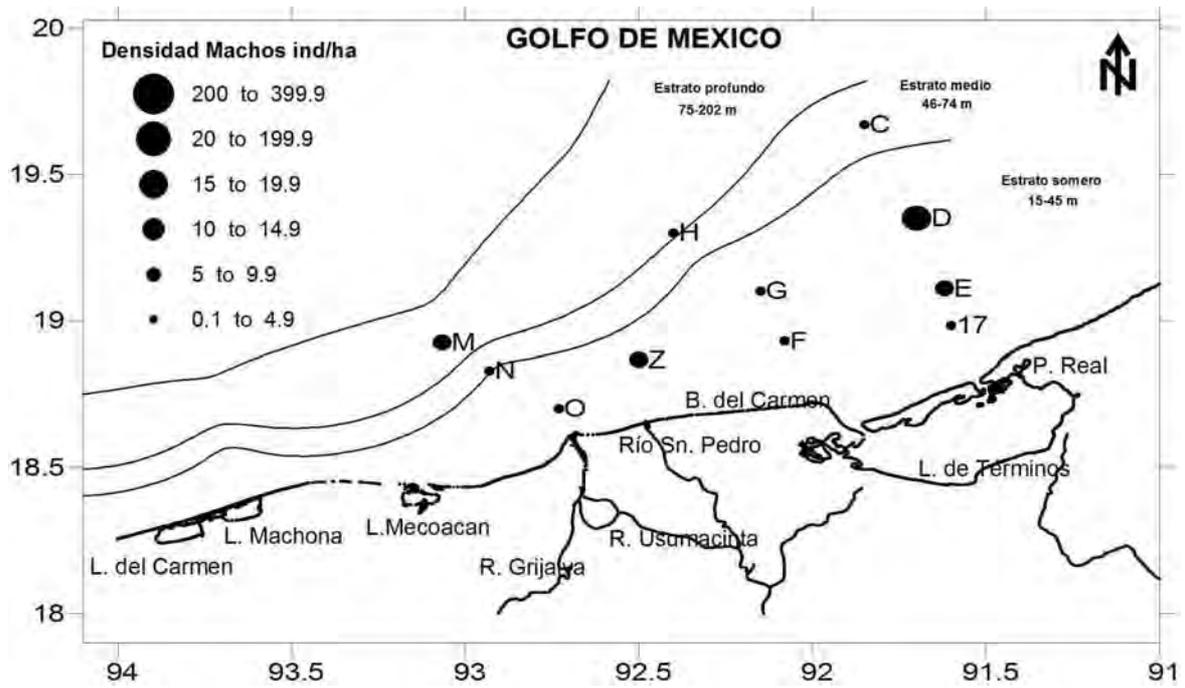


Fig. 17.- Distribución de la densidad de machos de *S. empusa* durante la época de otoño.

## **Frecuencia de tallas**

Durante los cuatro periodos climáticos los individuos de *S. empusa* presentaron tallas que fueron de los 25 a los 134 mm de longitud total, con un promedio de 81.67 mm. La mayor frecuencia de individuos se presentó en el intervalo de tallas que va de los 60 a los 64 mm de LT. A partir del intervalo de tallas de 70 a 74 mm el número de individuos decreció en frecuencia en cada clase (Fig.18).

En invierno el intervalo de tallas varió de 25 a 124 mm de longitud total, el mayor número de individuos se encontró en los intervalos de tallas de 75 a 79 mm y de 80 a 84 mm. En este periodo se observaron las clases de tallas más pequeñas, encontradas durante el muestreo, que fueron de los 25 a 29 mm de LT. (Fig. 19)

En la época de primavera se registraron tallas desde 35 hasta 134 mm de LT. Se encontraron dos clases de intervalos de tallas con las mayores frecuencias de individuos que van de los 65 a 69 mm de LT y de 80 a 84 mm de LT. En este periodo se registra la talla máxima encontrada de 134 mm de LT. (Fig. 20)

En el verano la talla mínima registrada fue de 45 mm y la máxima de 123 mm, observándose la mayor frecuencia de individuos en los intervalos de talla de 65 a 69 mm de LT. y de 95 a 99 mm de LT. El número de intervalos registrados disminuyó en este periodo (Fig. 21).

En la temporada de otoño se registraron tallas desde los 41 a 131 mm de LT. El intervalo de tallas de 65 a 69 mm de LT. es donde se observó la mayor frecuencia de individuos (Fig. 22).

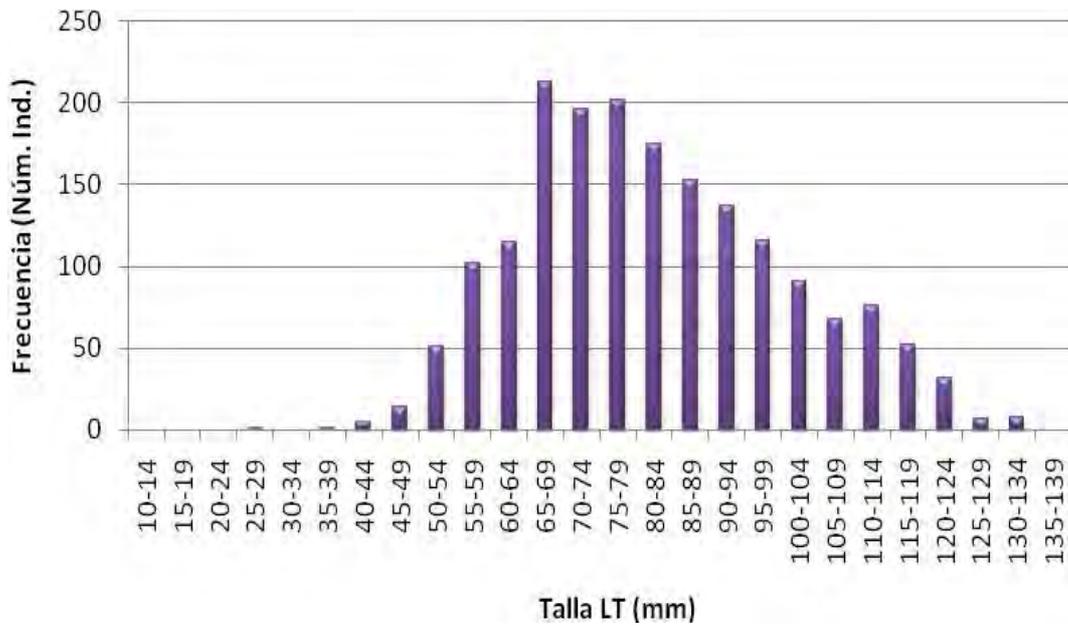


Fig 18 .- Frecuencia de tallas de *S. empusa* de las cuatro campañas oceanográficas.

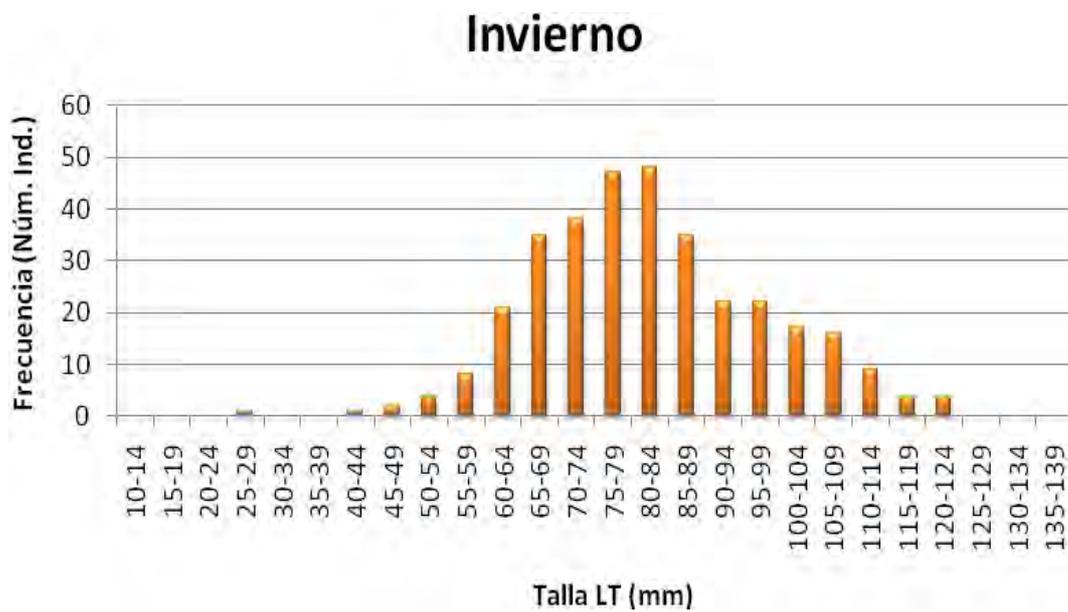


Fig 19.- Frecuencia de tallas en invierno de *S. empusa*

## Primavera

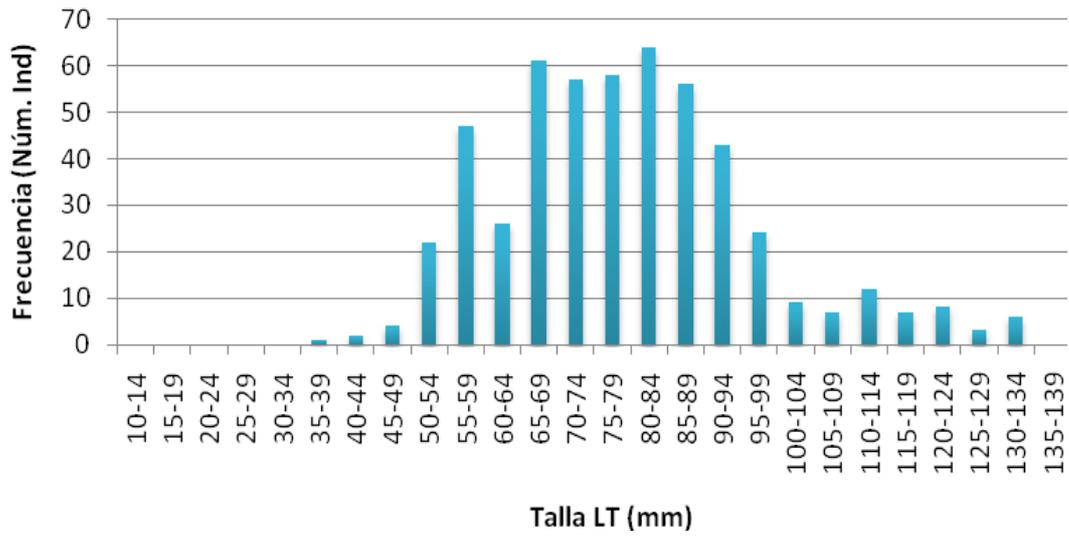


Fig. 20.- Frecuencia de tallas en primavera de *S. empusa*

## Verano

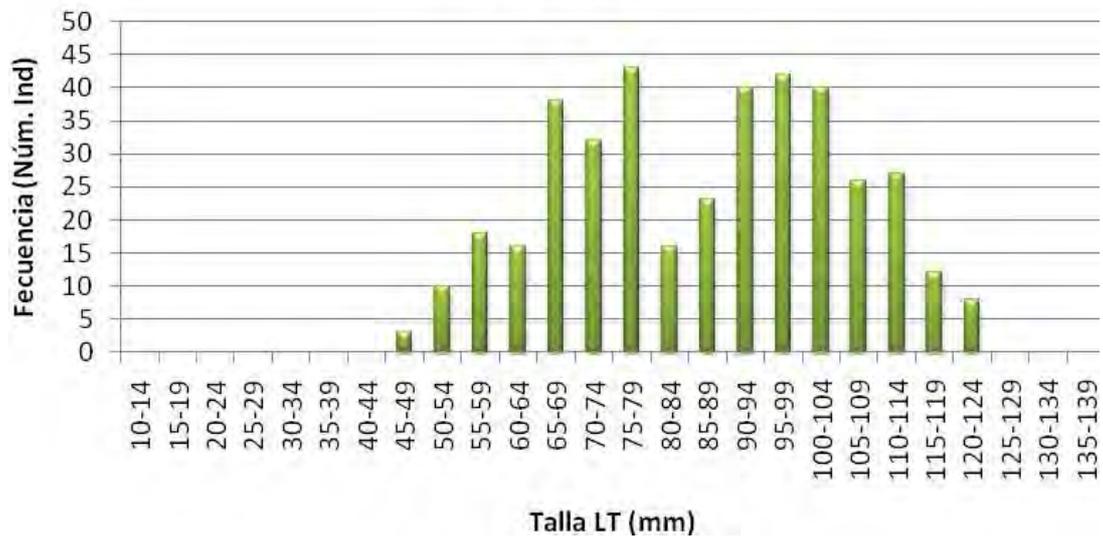


Fig. 21 .- Frecuencia de tallas en verano de *S. empusa*

## Otoño

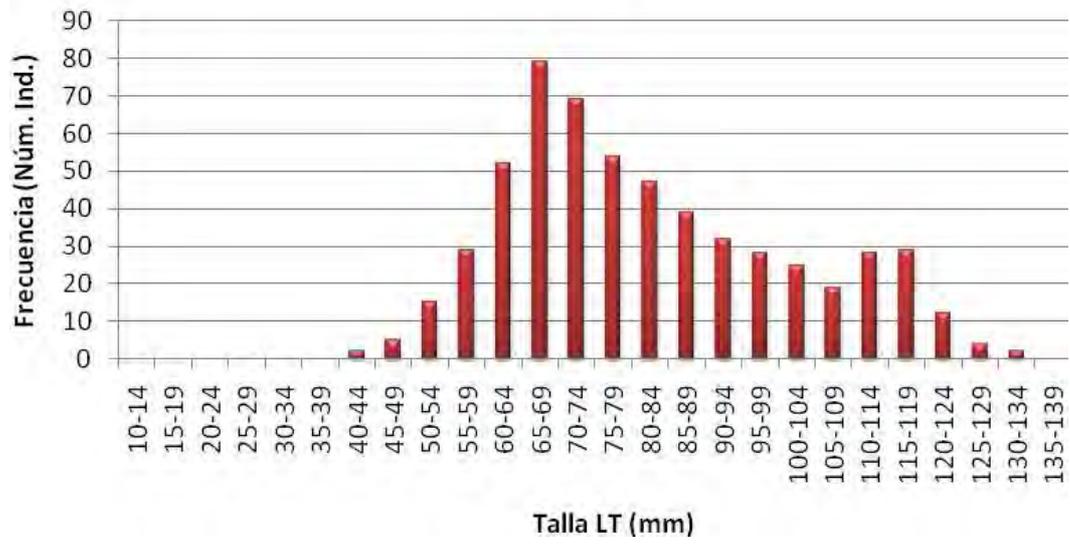


Fig.22 .- Frecuencia de tallas en otoño de *S. empusa*

## **Frecuencia de tallas por sexo**

En invierno las hembras de *S. empusa* presentaron tallas entre 40 y 124 mm de LT. con un promedio de 82.77. La mayor frecuencia de individuos se presentó en los intervalos de tallas de 65 a 69 mm y 85 a 89 mm de LT (Fig). Con respecto a los machos para este periodo se observaron tallas entre 25 a 120 mm de LT, con un promedio de 80.02 mm. El intervalo de 75 a 79 mm de LT. presenta la mayor frecuencia de individuos (Fig. 23).

Las hembras de *S. empusa* en primavera presentaron tallas entre 41 y 134 mm de LT con un promedio de 79.94 m. Los intervalos de tallas entre 80 a 84 mm y de 85 a 89 mm de LT. son donde se observó la mayor frecuencia de individuos. En los machos se presentaron tallas entre los 35 a 130 mm de LT., con una talla promedio de 74.5 mm de LT (Fig. 24).

En verano las hembras de esta especie presentaron tallas entre 45 a 123 mm de LT con un promedio de 86.71, y una mayor frecuencia de individuos en los intervalos de tallas de 75 a 79 mm y de 105 a 109 mm. Los machos para este periodo mostraron tallas entre 50 a 12 mm de LT con un promedio de 84.74 mm (Fig. 25).

Durante otoño en las hembras se observaron tallas de 41 a 131 mm de LT con un promedio de 81.11 mm. La mayor frecuencia de individuos se presentó en los intervalos de talla de 65 a 69 mm y de 90 a 94 mm de LT. En los machos se pueden observar tallas que van de los 50 a los 127 mm de LT, la talla promedio encontrada es de 82.16 mm (Fig. 26).

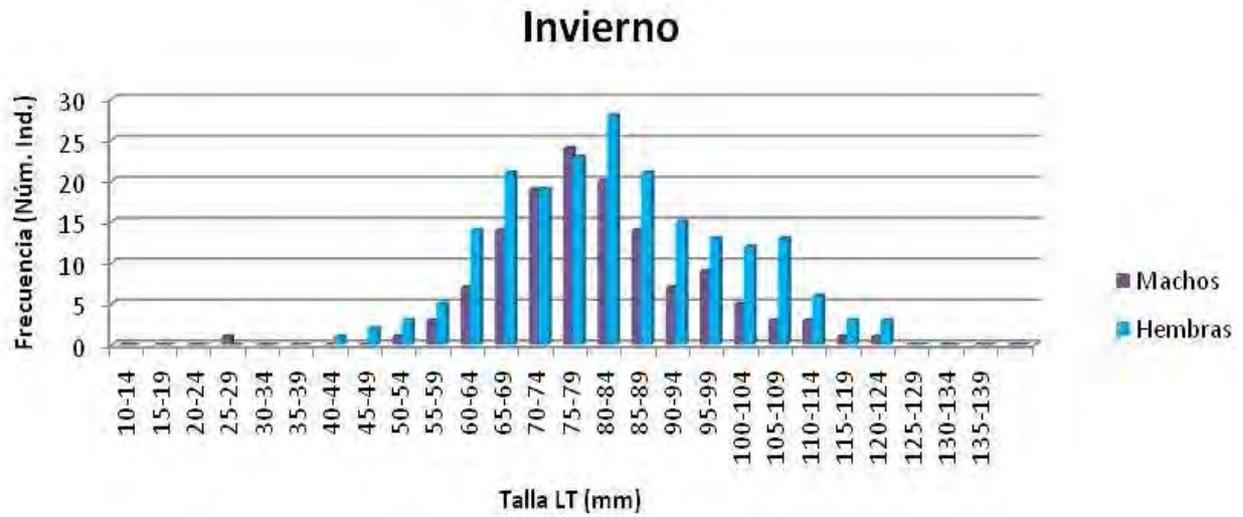


Fig. 23.-Frecuencia de tallas en invierno por sexo de *S. empusa*

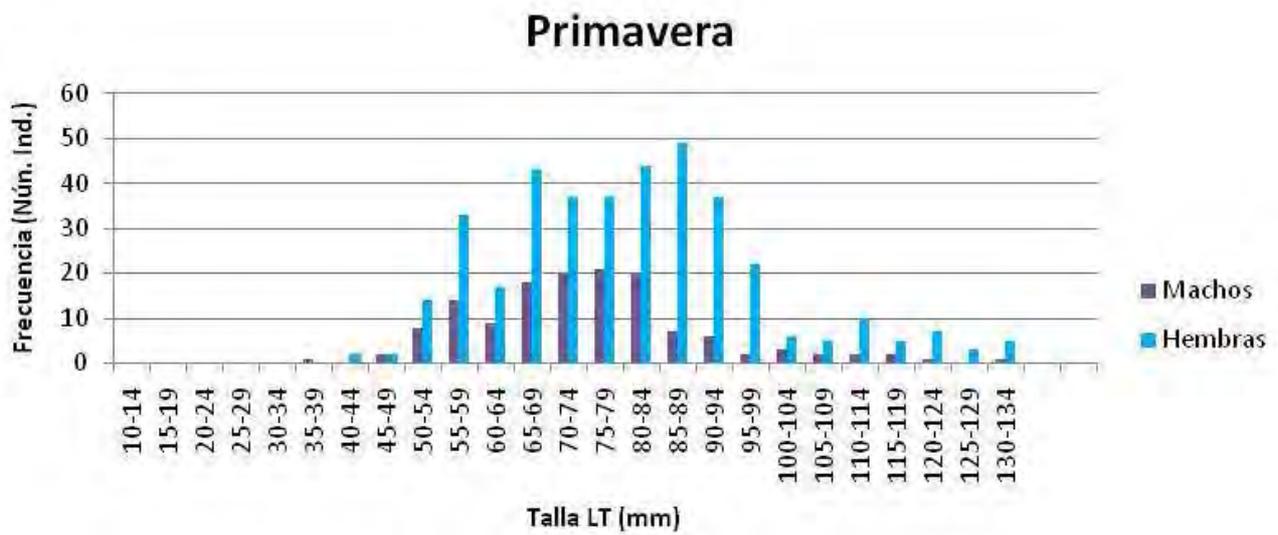


Fig. 24.-Frecuencia de tallas en primavera por sexo de *S. empusa*

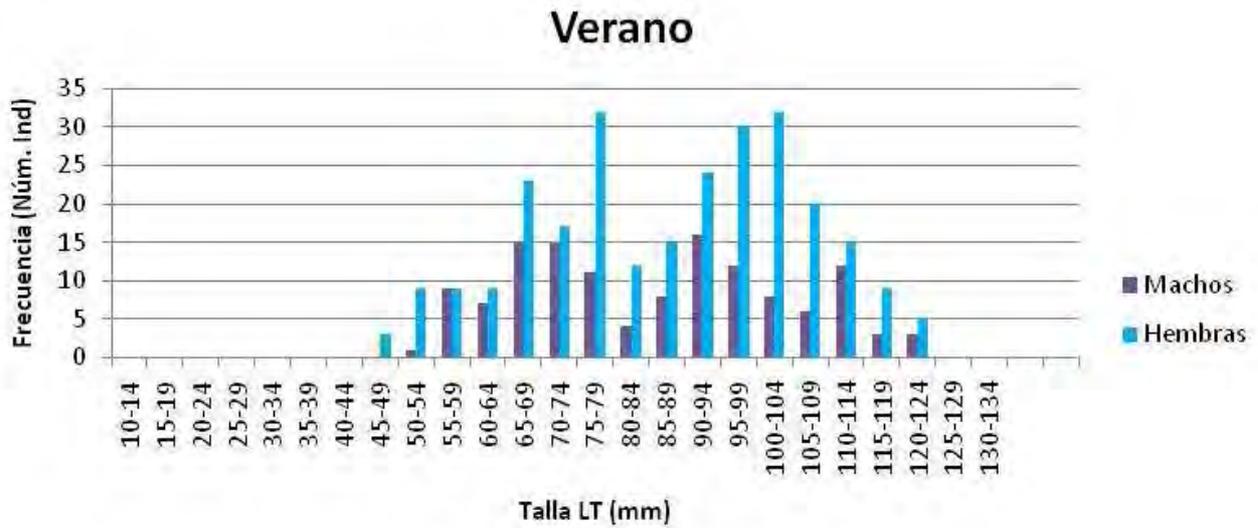


Fig. 25.-Frecuencia de tallas en verano por sexo de *S. empusa*

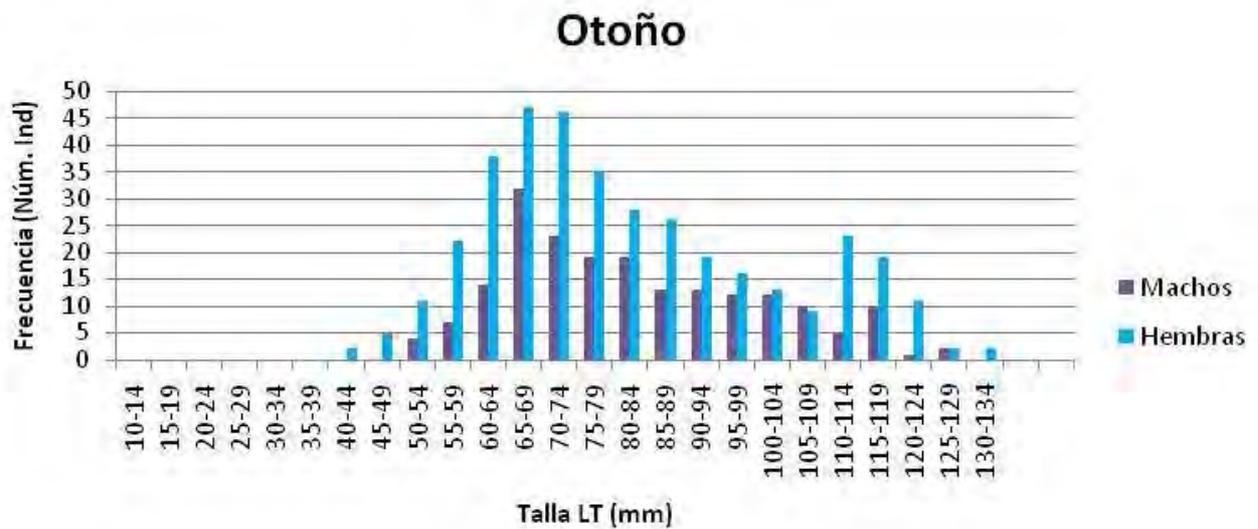


Fig. 26.-Frecuencia de tallas en otoño por sexo de *S. empusa*

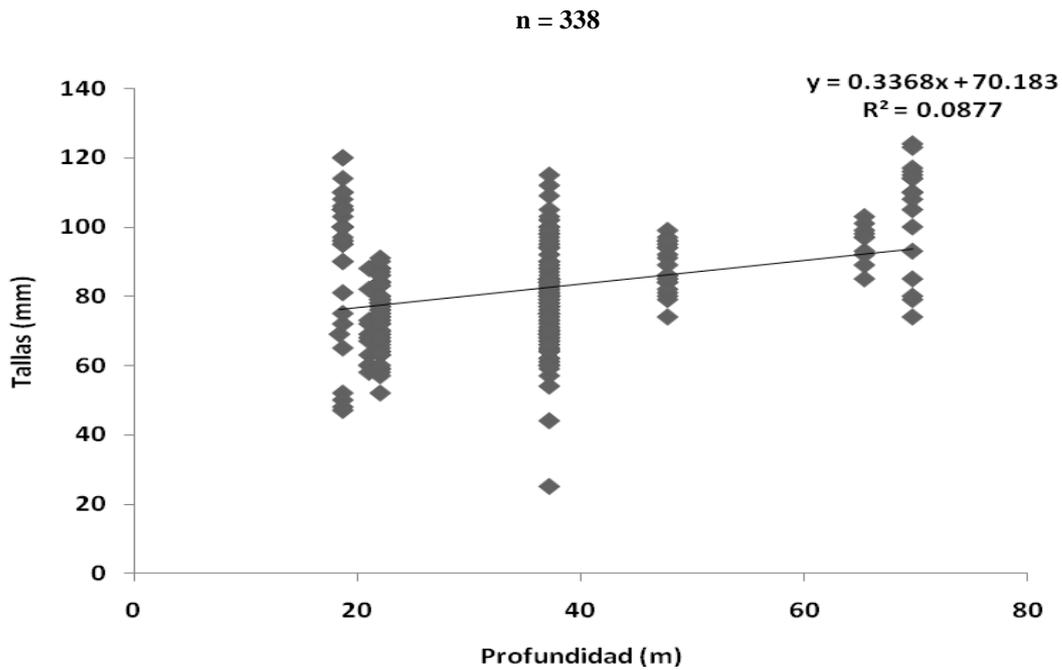
## Distribución de tallas

Durante los cuatro periodos climáticos la talla de *S. empusa* presento índices de correlación significativamente positivas con respecto a la profundidad. En los periodos de verano y otoño se presenta una mayor relación de las tallas conforme aumenta la profundidad (Tabla 6), pudiendo asumir que los individuos emigran en estos periodos a sitios más profundos a medida que estos van aumentando de talla. Para invierno y primavera la relación entre las variables disminuye aunque sigue siendo significativa, se puede observar una pendiente que aunque es pequeña también es diferente de cero.

**Tabla 6.- Valores de correlación entre la talla y la profundidad**

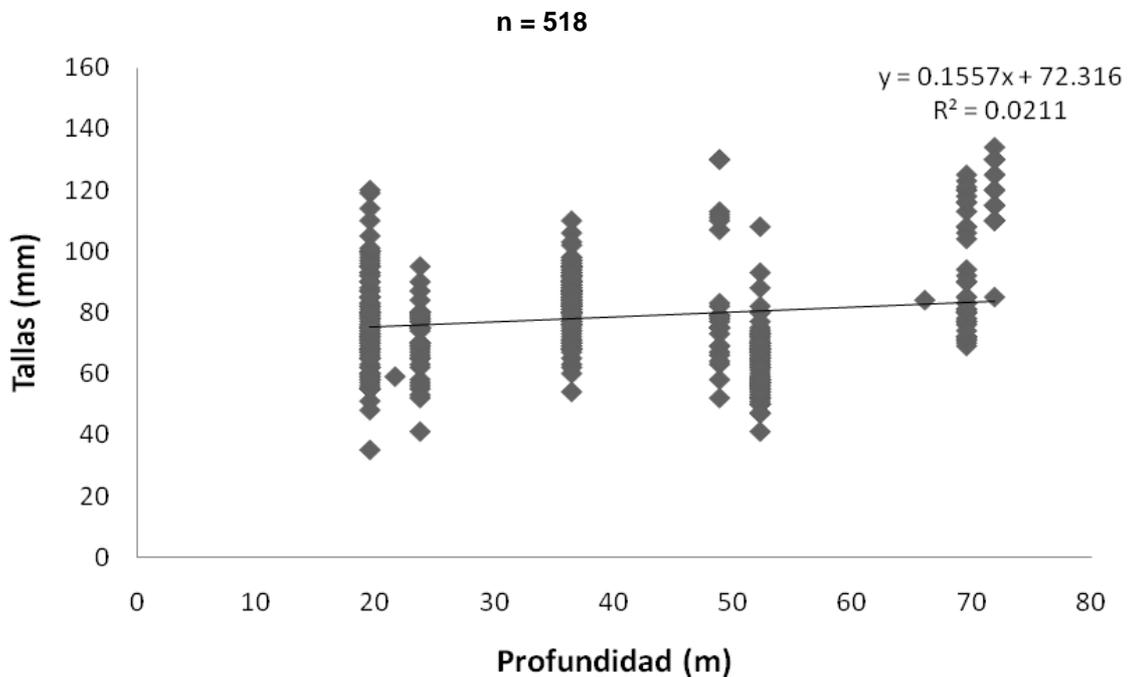
	n	R	P	Significativo
Invierno	369	0.30	<0.05	*
Primavera	518	0.14	<0.05	*
Verano	394	0.76	<0.05	*
Otoño	570	0.67	<0.05	*

Durante invierno *S. empusa* registró una relación significativa ( $P < 0.5$ ) respecto a la talla con la profundidad. En esta estación las tallas de 25-124 mm LT se distribuyeron principalmente en un intervalo de profundidad que varió de los 18.35 a los 69.7 m de profundidad. Durante este periodo la R obtenida fue de 0.30 (Tabla 6, Fig. 27).



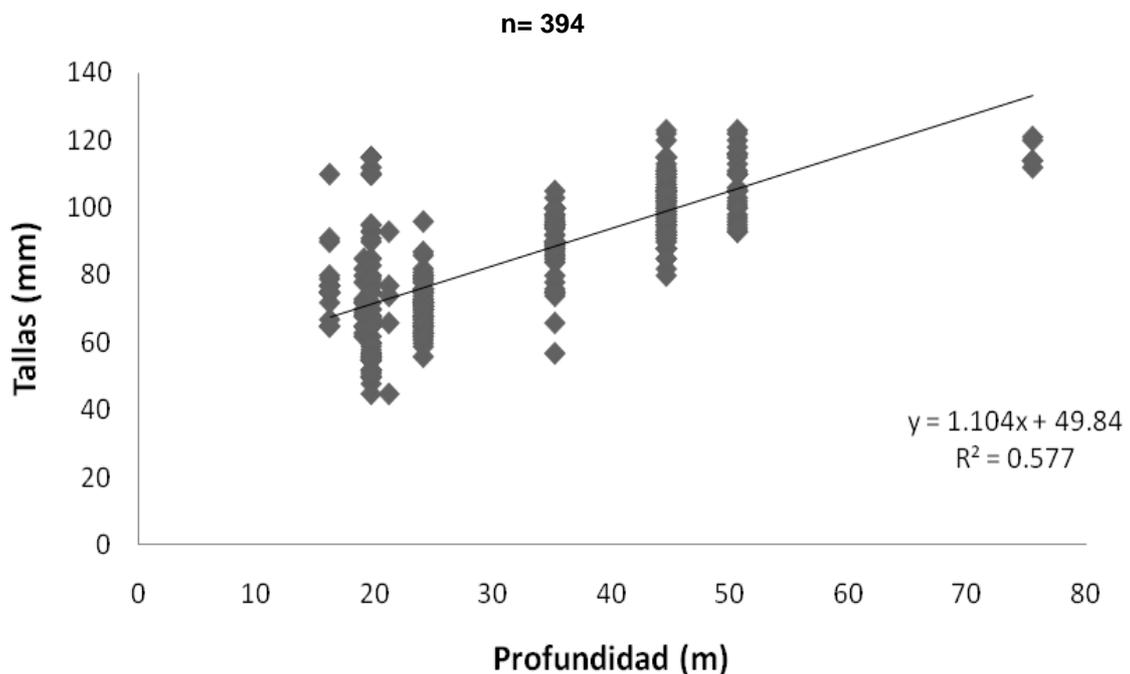
**Fig. 27.- Relación entre talla y profundidad de *S. empusa* en invierno**

Durante el periodo de primavera se encontraron tallas que fueron de 35 a 134 mm de LT que se encontraron distribuidas en un intervalo de 19.5 a 71.8 m de profundidad. La prueba mostró un valor significativo con una  $P < 0.05$  y una R de 0.14 valor más pequeño en los cuatro periodos (Tabla 6, Fig. 28).



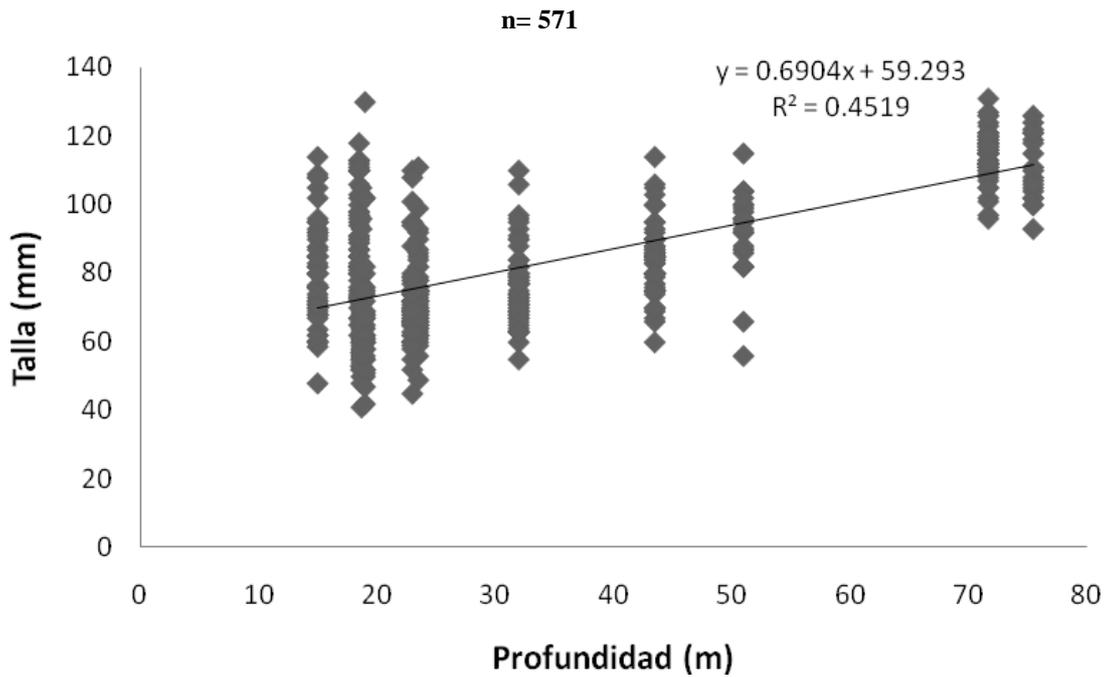
**Fig. 28 Relación entre talla y profundidad de *S. empusa* en primavera**

En verano las tallas registradas fueron de los 45 a 123 mm y se distribuyeron en el intervalo de 16.2 a 75.5 m de profundidad. En este periodo se encuentra la mayor relación significativa de la talla con respecto a la profundidad encontrada para los cuatro periodos. El porcentaje de datos que presentan una tendencia a incrementar de manera lineal en este periodo, es cuatro veces mayor que en invierno y primavera. El valor de R fue de 0.76 y una  $P < 0.05$  (Tabla 6, Fig.29).



**Fig. 29** Relación entre talla y profundidad de *S. empusa* en verano

Finalmente para otoño se observó una  $R=0.67$ , el porcentaje de datos acoplados a este modelo estadístico es mayor que invierno y primavera pero menor que verano. Las tallas encontradas en este período variaron de los 41 a 131 mm de LT distribuidos en un intervalo de profundidad de 15 a 75.5 m de profundidad. (Tabla 6, Fig. 30)



**Fig. 30** Relación entre talla y profundidad de *S. empusa* en Otoño

### Abundancia por intervalo de tallas y profundidad

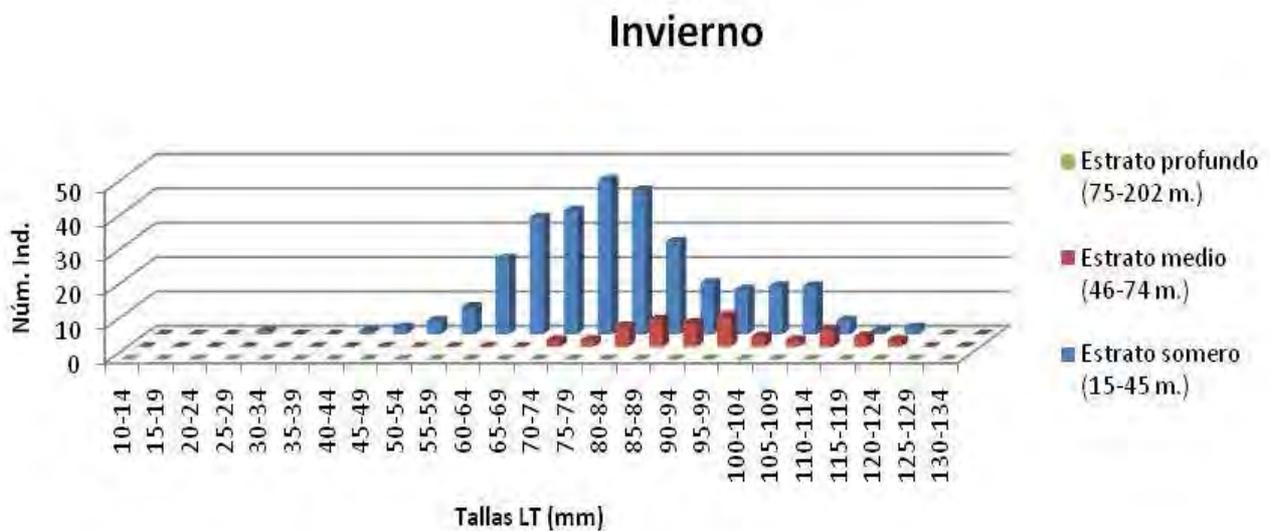
En invierno se colectaron 334 individuos de *S. empusa* los cuales se encontraron únicamente en dos estratos (somero y medio). Del número total colectado, 285 individuos fueron registrados en el estrato somero (15 a 45 m), cuyas tallas encontradas variaron de 25 a 124 mm de LT. Para el estrato medio (46 a 74 m) se registraron solamente 49 individuos con tallas de 70 a 124 mm de LT. En el estrato profundo no se encontraron individuos (Fig. 31).

Durante primavera se colectaron 517 individuos, de los cuales 317 organismos se encontraron en el estrato somero con tallas de 35 a 124 mm de LT. En el estrato medio se registraron 203 individuos con tallas de 40 a 134 mm de LT donde los máximos de abundancia fueron de 30 individuos con tallas de 50 a 54 mm de LT y 32 individuos que midieron de 65 a 69 mm. En este periodo tampoco se encontraron registros para el estrato profundo (Fig. 32).

En la temporada de verano se encontraron 394 individuos de *S. empusa* en los tres estratos (somero, medio y profundo). En el estrato somero se colectaron 358

individuos con un intervalo de tallas de 40 a 124 mm de LT. Las tallas que presentaron abundancias más altas fueron de 65 a 69 mm con 78 individuos y tallas de 70 a 74 mm de LT con 69 organismos. En el estrato medio se registraron 31 individuos de *S. empusa*, con tallas de 55 a 134 mm y finalmente en el estrato más profundo (72-202 m) se encontraron 5 individuos únicamente con tallas de 90 a 124 mm (Figura 33).

En la época de otoño se registraron 570 individuos, de los cuales se colectaron 467 individuos en el estrato somero, donde la mayor abundancia fue de 78 organismos con tallas de 65 a 69 mm de LT. En el estrato medio se encontraron 83 individuos con tallas de los 55 a 134 mm de LT y en el estrato profundo se registraron únicamente 20 individuos con tallas de los 90 a los 124 mm de LT (Figura 34).



**Fig. 31.- Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de *S. empusa***

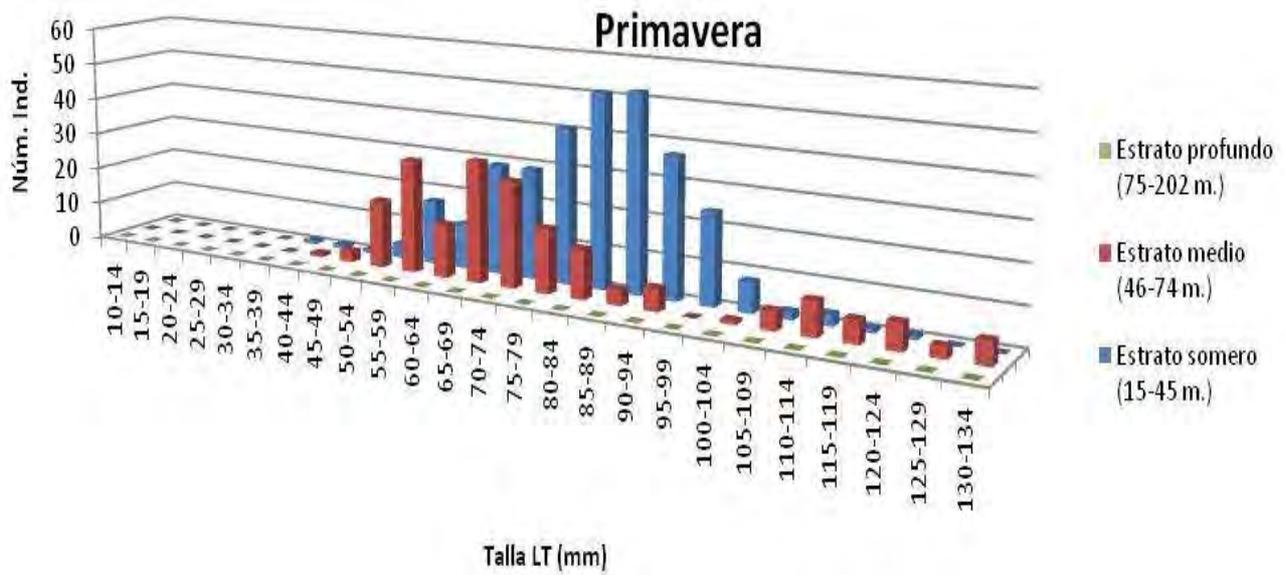


Fig. 32 .- Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de *S. empusa*

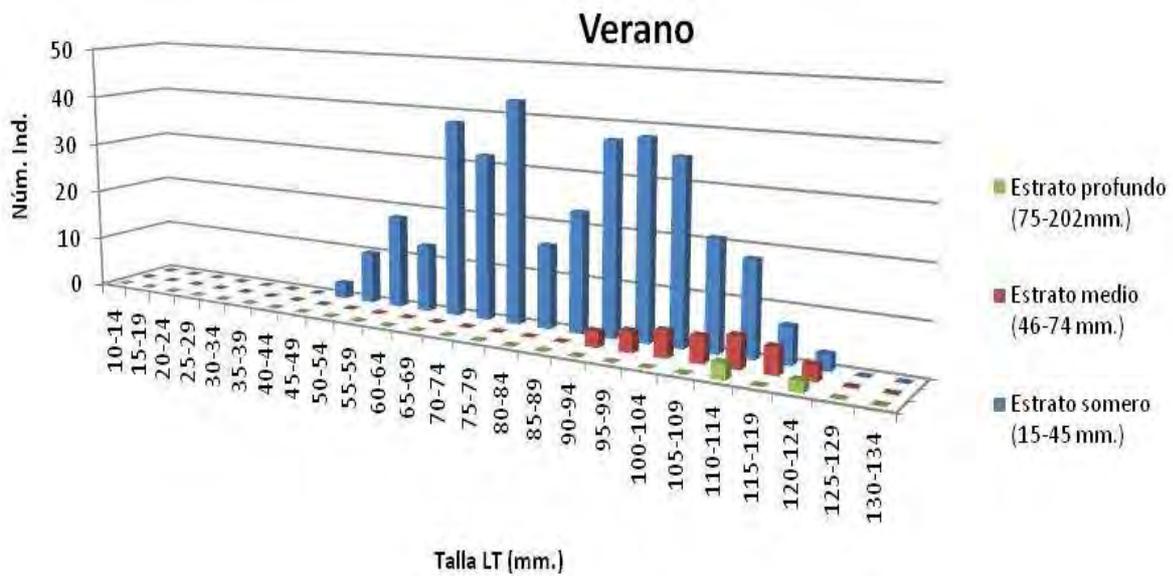


Fig. 33.- Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de *S. empusa*

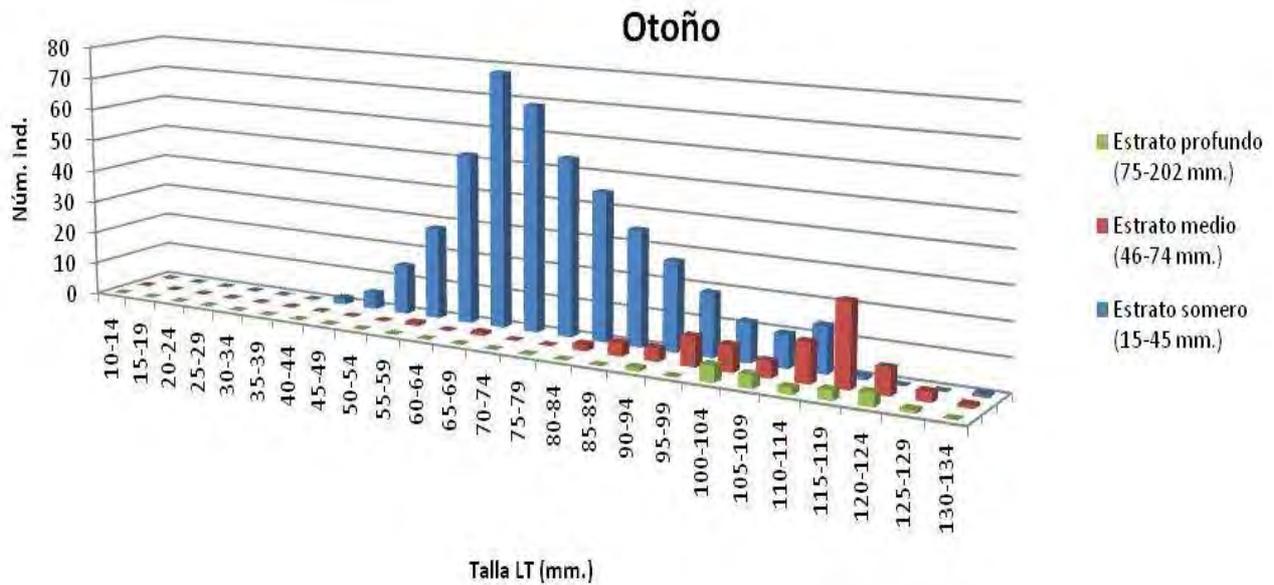


Fig. 34 .- Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de *S. empusa*

### Abundancia de sexos por intervalo de tallas y profundidad

En invierno se registraron 202 hembras de *S. empusa* en el estrato somero y estrato medio. En el estrato somero se capturaron 180 individuos de los cuales el mayor número de individuos registrados fueron 20 organismos con tallas de 65 a 69 mm, 19 con tallas de 70 a 74 mm, 23 de 75 a 79 mm y 24 individuos de 80 a 84 mm de LT. En el estrato medio se colectaron 22 organismos que midieron entre 80 a 124 mm de LT. En este periodo se encontraron 132 machos que al igual que las hembras únicamente se registraron en el estrato somero y estrato medio. En el estrato somero se obtuvieron 105 individuos de los cuales destacan 22 organismos que presentaron tallas de 75 a 79 mm de LT; 18 con tallas de 80 a 84 mm y 17 con tallas de 70 a 74 mm. Para el estrato medio se registraron 27 machos que presentaron tallas entre 70 a 119 mm de LT (Fig. 35 y 39).

Durante primavera, se colectaron 378 hembras de *S. empusa* en el estrato somero y estrato medio. En el estrato somero se capturaron 231 individuos entre

los que destacan: 46, con tallas de 85 a 89 mm de LT; 35, con tallas de 80 a 84 mm; 31, con tallas de 90 a 94 mm y 28 con tallas de 75 a 79 mm de LT. Para el estrato medio se encontraron 155 individuos con 25 hembras que presentaron tallas de 55 a 59 mm de LT.; 22, con tallas de 65 a 69 mm y 18, con tallas de 70 a 74 mm. En este periodo se encontraron 138 machos de los cuales 83 se localizaron en el estrato medio, presentando tallas entre los 35 y 124 mm de LT. La abundancia más alta fue de 16 individuos con tallas entre 80 a 84 mm. Para el estrato medio se obtuvieron 55 machos cuyas tallas preponderantes fueron de 50 a 64 mm y de 65 a 69 mm de LT (Fig. 36 y 40).

Para verano se obtuvieron 264 hembras en los estratos somero y medio. En el estrato somero se encontraron 243 individuos entre los que se obtuvieron: 32, con tallas de 75 a 79 mm de LT; 28, con tallas de 100 a 104 mm de LT; 27, con tallas de 95 a 99 mm y 23 con tallas de 65 a 69 mm. En el estrato medio se registró 18 individuos con tallas que variaron entre los 90 a 124 mm de LT. En cuanto a los machos, se registraron 30 individuos para esta época de los cuales 112 se localizaron en el estrato somero con tallas entre los 50 a 119 mm, en el estrato medio se obtuvieron 13 machos cuya talla vario de 95 a 124 mm de LT. En este periodo se encontraron 5 machos en el estrato profundo de los cuales 3 individuos presentaron tallas de 110 a 114 mm y 2 individuos con tallas de 120 a 124 mm de LT (Fig. 37 y 41).

En otoño se encontraron 374 hembras de *S. empusa* en los estratos somero, medio y profundo. En el estrato somero se obtuvieron 310 individuos, de los cuales las tallas más abundantes fueron: 46, con tallas de 65 a 69 mm de LT. y de igual manera 46, con tallas de 70 a 74 mm. Para el estrato medio se colectaron 48 individuos donde destacan 16 individuos que presentaron tallas de 115 a 119 mm de LT. En este periodo se encontraron 18 hembras en el estrato profundo que presentaron tallas entre 90 a 124 mm de LT. Se colectaron en este periodo 196 machos en el estrato somero, medio y profundo, en el estrato somero se registraron 157 individuos. Las tallas mejor representadas fueron: 65 a 69 mm (32 individuos); 70 a 74 mm (23 individuos) y 75 a 79 mm de LT (19 individuos). En el estrato medio se encontraron 34 individuos que presentaron

tallas de los 85 a 124 mm de LT. Para el estrato profundo se registran nuevamente 5 machos con tallas de 100 a 124 mm de LT (Fig. 38 y 42).



Fig.- 35 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de machos de *S. empusa*.

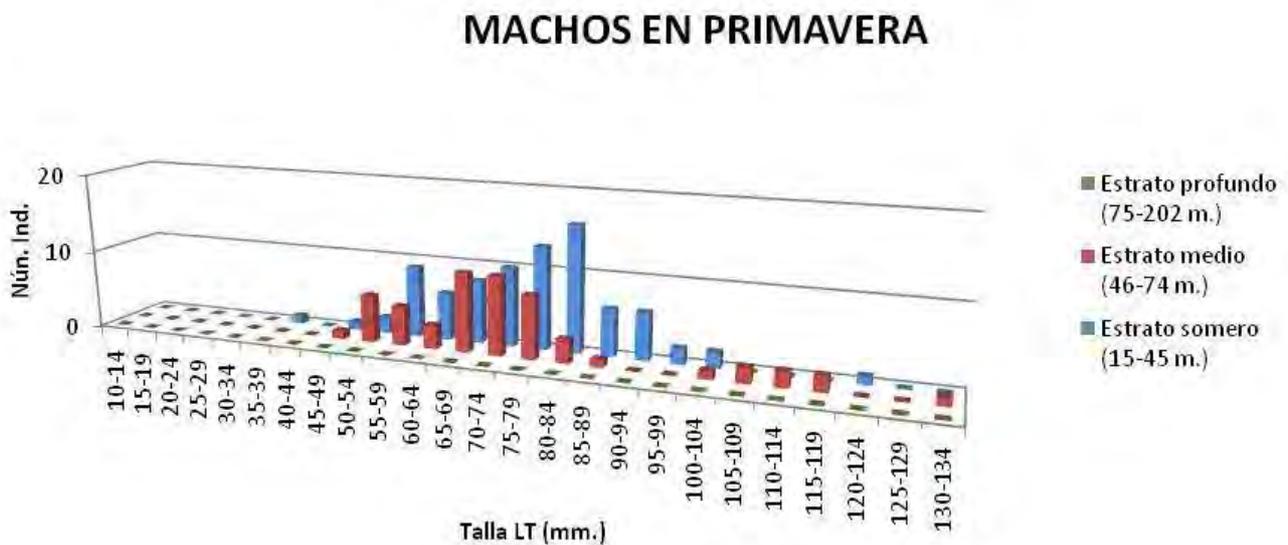


Fig.- 36 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de machos de *S. empusa*

## MACHOS EN VERANO

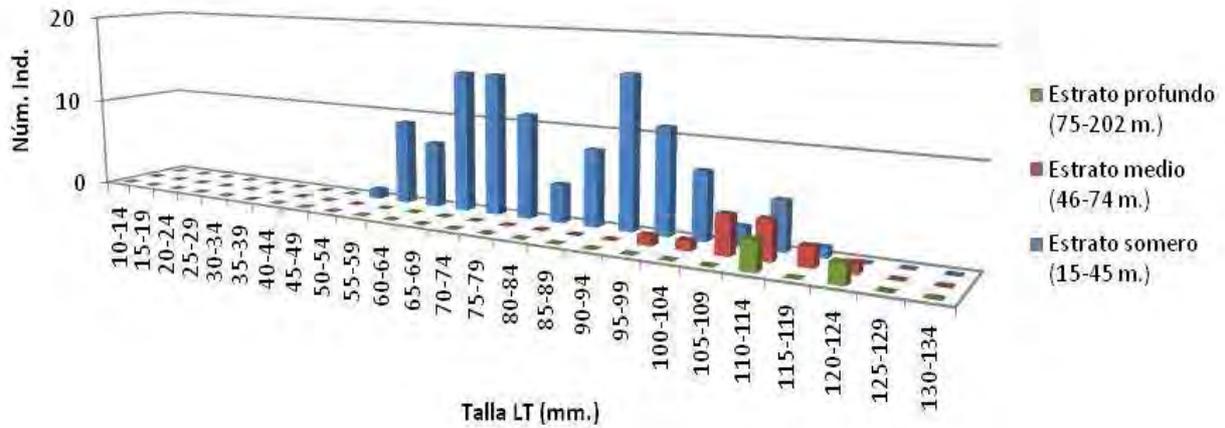


Fig.- 37 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de machos de *S. empusa*

## MACHOS EN OTOÑO

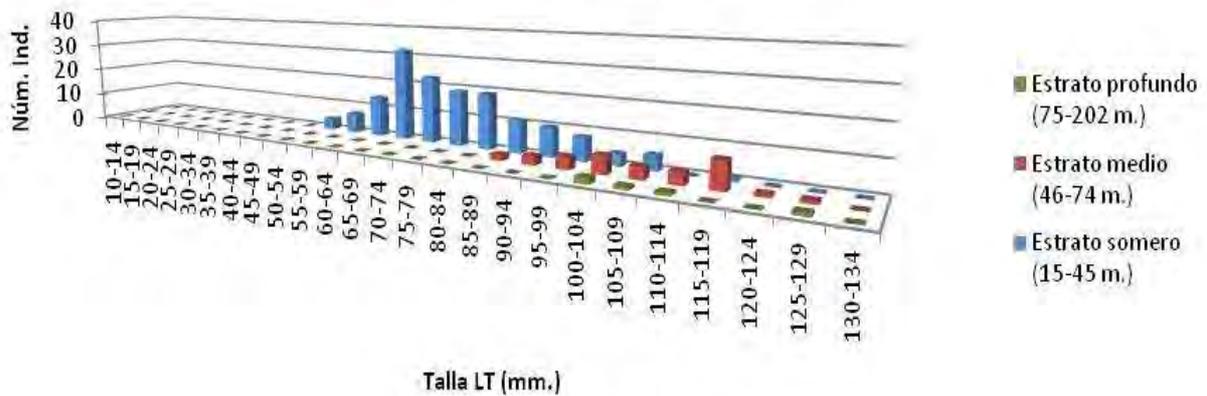


Fig.- 38 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de machos de *S. empusa*

## HEMBRAS EN INVIERNO

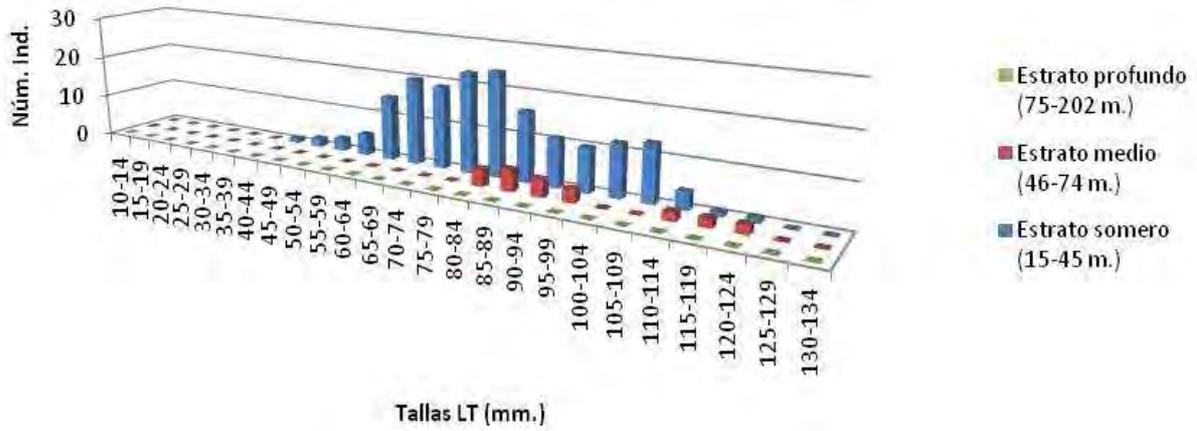


Fig.- 39 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en invierno de hembras de *S. empusa*.

## HEMBRAS EN PRIMAVERA

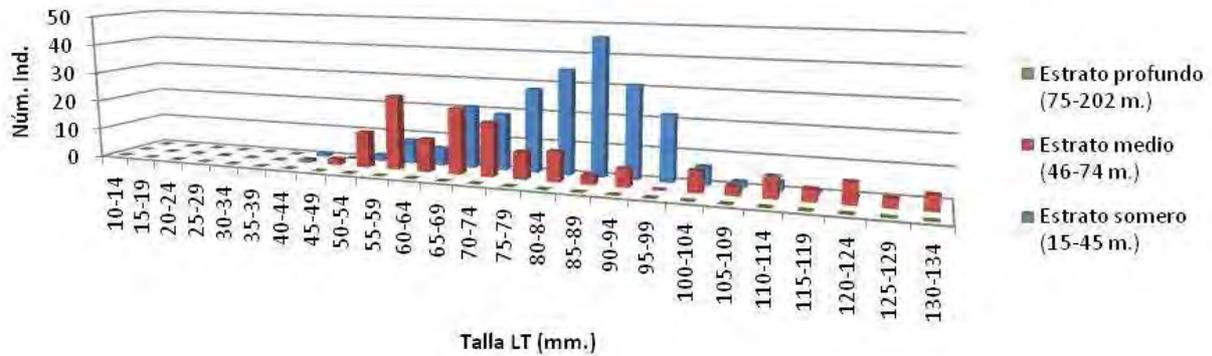


Fig.- 40 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en primavera de hembras de *S. empusa*.

## HEMBRAS EN VERANO

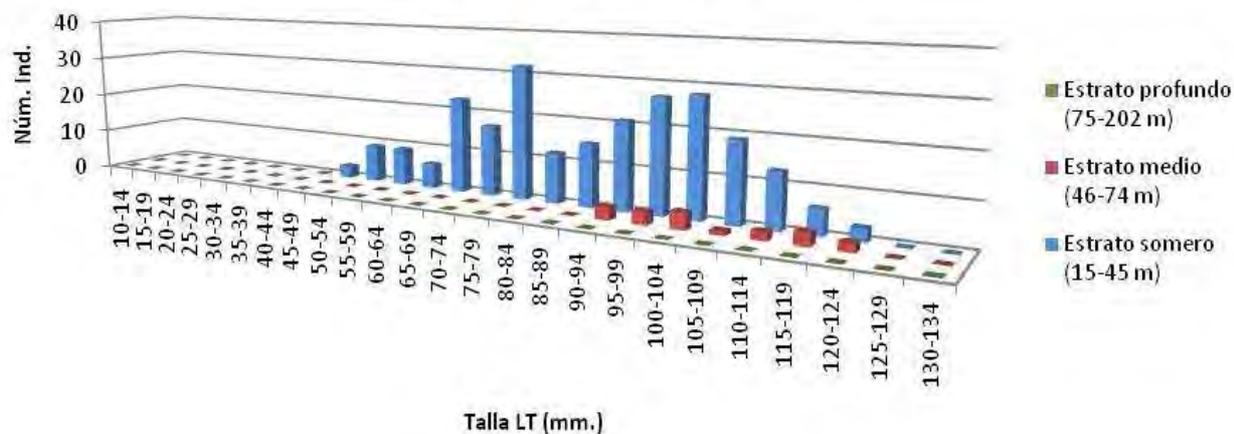


Fig.- 41 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en verano de hembras de *S. empusa*.

## HEMBRAS EN OTOÑO

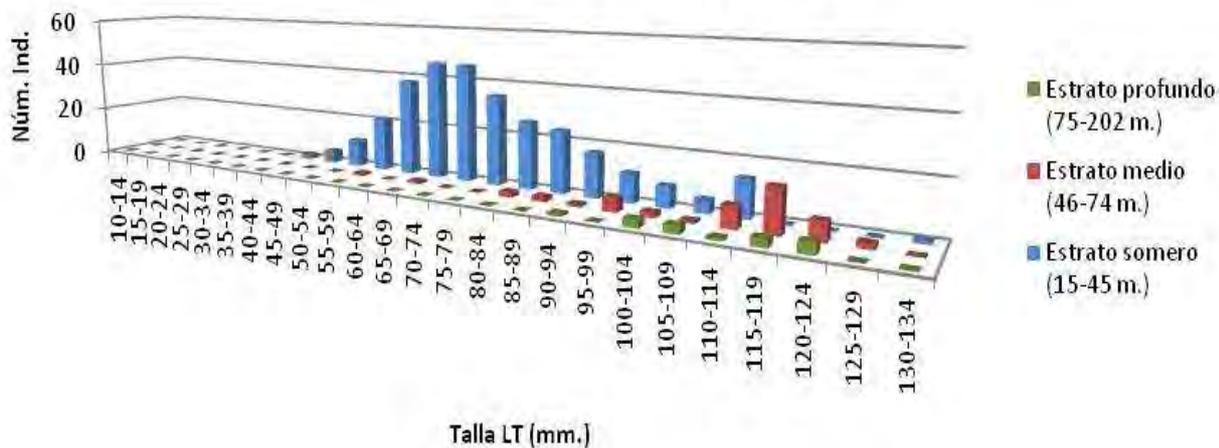


Fig.- 42 Abundancia por intervalo de tallas y profundidad en otoño de hembras de *S. empusa*.

## Discusión

### Distribución y abundancia

Durante los cuatro períodos climáticos *S. empusa* presentó un patrón de distribución similar en el área de estudio. Su distribución se registró principalmente desde el sistema Grijalva–Usumacinta hasta la región que se encuentra frente a la desembocadura de Puerto Real en los estratos somero, medio y profundo muestreados. Los organismos presentaron una tendencia a agruparse al oeste de la zona, cabe señalar que la estación donde se presentó una mayor cantidad de organismos se encontró ubicada frente a la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta. *S. empusa* se localizó con mayor frecuencia entre los 16 y 78 m de profundidad con una menor densidad de organismos en el estrato profundo. Resultados similares fueron reportados por Vázquez-Bader (1988, 1996), quien menciona al estomatópodo *S. empusa* dentro de las 10 especies más abundantes, con una distribución amplia desde la costa de Veracruz y Tabasco hasta el Banco de Campeche. Esta autora señala que los organismos de *S. empusa* alcanzaron las mayores densidades frente a las costas de Campeche durante los períodos de primavera y verano. Asimismo, menciona que la abundancia de los organismos de *S. empusa* disminuyó en profundidades mayores a 80 m.

Las densidades obtenidas en este trabajo, presentaron una tendencia a disminuir de primavera a verano y de otoño a invierno con máximos de densidad (ind/ha) en los periodos de primavera-verano. La mayor abundancia de *S. empusa* registrada en el periodo de secas en esta región, puede estar influenciada por el aporte de nutrientes en el área. En el oeste del Golfo de México se ha reportado que existe un incremento de nutrientes a principios de primavera, el cual es iniciado por las tormentas de invierno que aunadas al aporte de agua dulce provista por los sistemas fluviales de la región y los frentes periódicos, se crean condiciones propicias para formar una capa superficial rica en nutrientes (Escobar Briones y Soto, 1997). Ruíz-Rodríguez (2008), propone que la presencia de este fenómeno puede beneficiar tanto a la biomasa como a la riqueza de especies y abundancia de las poblaciones de crustáceos.

En este estudio la mayor densidad de los organismos de *S. empusa* se concentró principalmente en las zonas someras frente a los sistemas fluviales mientras que en los estratos medios y profundos, la densidad de los organismos disminuyó; Otros autores (Morgan, 1980; Ellis, 2003) señalan que estos organismos se encuentran frecuentemente en zonas someras de 10-20 m de profundidad. En las épocas de primavera y verano las mayores densidades se encontraron frente al sistema Grijalva–Usumacinta; el cual es uno de los sistemas fluviales más importantes en México ya que presenta una descarga aproximada de  $2.3 \times 10^3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (CNA, 2005). El incremento de la descarga del sistema en la época de lluvias, a diferencia de época de secas y nortes, trae consigo el aporte de una gran cantidad de sedimentos y nutrientes lo cual propicia un incremento en la disponibilidad de alimento (Signoret *et al*, 2006).

### **Relación talla profundidad**

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de la distribución de los organismos con respecto a la profundidad muestran una tendencia de *S. empusa* a emigrar hacia mayores profundidades conforme aumenta la talla. Este comportamiento no se aprecia de forma clara durante invierno y primavera. La tendencia a emigrar de aguas someras a aguas más profundas puede corresponder a un comportamiento natural del ciclo de vida que presentan la mayoría de los crustáceos que tras dejar de formar parte del zooplancton y permanecer temporalmente en las áreas de crianza muestran una tendencia a emigrar gradualmente hacia aguas más profundas donde completan su desarrollo. Algunos autores (Morgan *et al* 1979; Reaka *et al* 1987; Dall . *et al* 1990) han señalado que la migración de un hábitat a otro puede deberse a una reacción de los organismos como respuesta fisiológica interna asociada con el tamaño o también en respuesta a cambios en el medio-ambiente o en ambos.

Estudios referentes a las variables ambientales que influyen la distribución de las poblaciones de macroinvertebrados bentónicos, consideran a la profundidad

como uno de los factores más importantes. Particularmente en esta área se ha demostrado que la profundidad, explica en un porcentaje alto la dispersión de las especies de crustáceos (Vázquez Bader 1988,1996; Ruiz Rodríguez, 2008).

El patrón de migración de *S. empusa* de zonas someras a zonas más profundas se puede explicar en función de las respuestas evolutivas y ecológicas de estos organismos que ha dado como consecuencia ciclos de vidas acoplados a las diferencias estacionales del medio ambiente. De esta forma su crecimiento y reproducción se encuentran asociados a meses cálidos y zonas menos profundas donde las condiciones son más favorables tanto en alimento, que aumenta por el aporte de materia de los ríos, como en temperatura y salinidad favorables. (Caldwell, 1991).

Diferentes autores (Vázquez Bader 1988,1996; Ruiz Rodríguez, 2008) han mencionado que la mayores densidades registradas de *S. empusa* se han observado entre los 20 y 30 m de profundidad. Esto concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo donde las mayores densidades encontradas se observan en las estaciones someras entre 19 y 30 m de profundidad. En general, los estomatópodos de las áreas tropicales son organismos que habitan en aguas poco profundas, aunque existen especies dentro de la familia Squillidae que pueden alcanzar zonas de hasta 130 m de profundidad (Reaka and Manning, 1987).

Las tallas de *S. empusa* fluctuaron entre 25 y 134 mm de LT con una media de 81.67 mm. Morgan (1980) menciona que estos estomatópodos pueden alcanzar tallas hasta de 20 cm (200mm) de LT. La mayor dispersión de tallas y las tallas mínimas registradas en este trabajo se encontraron en el estrato somero durante invierno y primavera lo cual sugiere a estos dos periodos como la principal temporada de reclutamiento a la población adulta. En el estrato medio y profundo esta amplitud de intervalo de tallas disminuyó; sin embargo, se presentaron las mayores tallas de *S. empusa*.

## Proporción de sexos

De 6,647 individuos recolectados de *S. empusa*, se observó que el 62 % estuvo compuesto por hembras y 38 % por machos. Durante invierno, primavera y otoño la proporción de sexos encontrada fue de un macho por cada dos hembras mientras que en verano (época asociada a la reproducción) fue de un macho por cada hembra. La diferencia de proporción de sexos observada, puede deberse a los hábitos de los estomatópodos que tienden a habitar en cavidades. Esto ocurre principalmente en el caso de las hembras, ya que durante el periodo de incubación de los huevecillos permanecen en cavidades durante todo el proceso hasta que éstos eclosionan. Por otro lado, en épocas no asociadas a la reproducción son los machos los que ocupan las cavidades. Entre otras razones, se ha propuesto que esto puede deberse a un comportamiento territorial para evitar que dichos refugios puedan ser ocupados por otros organismos tales como peces, cangrejos pulpos u otros estomatópodos (Caldwell, 1991).

La distribución de machos en comparación con la distribución de hembras no mostró una diferencia notable. En las localidades donde se registraron machos también se observó la presencia de hembras en concentraciones similares. Particularmente, las localidades con mayor densidad de machos coincidieron con una alta densidad de hembras. Estas densidades altas se registraron en las estaciones ubicadas frente al sistema Grijalva- Usumacinta, frente a Puerto Real y Boca del Carmen. Se ha sugerido que la distribución similar tanto de machos como hembras, es una estrategia de aseguramiento de la reproducción, ya que al presentar una reproducción continua, una mayor probabilidad de encuentro de machos y hembras podría facilitar el éxito reproductivo (Caldwell, 1986).

Con respecto a las tallas encontradas, no se observó una diferencia notable entre machos y hembras. La talla máxima encontrada para machos fue de 130 mm de LT y 134 mm de L.T en el caso de las hembras. Estas tallas máximas encontradas son similares a otras tallas reportadas para esta especie en la parte

norte y noroeste del Golfo de México (Hoese *et al.*1968, Christmas and Langley 1973, Rocketi *et al* 1984).

## Conclusiones

- *Squilla empusa* se distribuyó a lo largo del área de muestreo de manera continua en la zona comprendida frente a la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta hasta Boca de Puerto Real, Campeche con una distribución batimétrica entre 15 y 75 metros.
- En el periodo de primavera se presentó el máximo de densidad y mostró una tendencia a disminuir hacia los periodos de verano, otoño e invierno.
- *S. empusa* mostró una tendencia de emigrar hacia partes más profundas asociado a un incremento en las tallas.
- El porcentaje de hembras registradas fue mayor al número de machos. La distribución de machos y hembras fueron similares así como las tallas registradas para ambos sexos.
- Los organismos de *S. empusa* se distribuyeron principalmente en el estrato somero (15 a 45 m) y medio (46-74 m), mientras que en el estrato profundo (75-202 m) el número de organismos registrados disminuyó.

## Literatura consultada

**Antoine, W and J. Gimore, 1970.** Geology of the Gulf of Mexico. Ocean industry 5(5):pp. 34- 38.

**Bigelow, R.P., 1894.** Report on the Crustacea of the Oder Stomatopoda collected by the steamer Albatross between 1885 and 1891 and on other specimens in the U. S. National Museum. Proceedings of the U. S. National Museum, 17 (1017): pp. 489-550.

**Britton, J. and B. Morton, 1989.** Shore ecology of the Gulf of Mexico. University of Texas Press, U.S.A. 386 p.

**Caldwell, R.L. and H. Dingle, 1976.** Stomatopods. Scientific American, pp. 80-89.

**Caldwell, R.L., 1986.** Withholding information on sexual condition as a competitive mechanism. Ed. Privat, Toulouse. pp.83-88.

**Caldwell, R.L., 1991.** Variation in reproductive behavior in stomatopod crustacea. Columbia University Press, pp.67-90.

**Chirichigno, N., W. Fischer y C.E. Nauen, 1982.** INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte II. Pacífico Centro y Suroriental. FAO, Roma. 588 p.

**Christmas, J.Y., and W. Langley, 1973.** Estuarine invertebrates, Mississippi. Cooperative Gulf of Mexico estuarine inventory and study, Mississippi, pp. 255-319.

**CNA (Comisión Nacional del Agua de México), 2005.** Situación de los recursos hídricos. Gerencia de aguas superficiales e ingeniería de ríos. Comisión Nacional del Agua, México. Technical Report. 38 p.

**Czitrom, S., Ruiz F., Alatorre, M. and Padilla, A., 1986.** Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, México. Marine interfaces Ecohydrodynamics. Elsevier, Oceanography Series, Amsterdam. pp. 301-311.

**Dall, W., B.J., Rothlisberg, P. C. and D.J.Staples, 1990.** The biology of the Penaeidae. Eds. Southward ,A.J., Advances in Marine Biology, Academic Press, London. pp. 489-550.

**Ellis. K.J., 2003.** Diet of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus* in Chesapeake Bay and adjacent waters. Master of science. Faculty of the school of Marine Science, The college of William and Mary. Virginia, 62 p.

**Escobar- Briones, E.G., Soto, L., 1977.** Continentak Shelf biomass in the western Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research*, 17(6): pp. 585-604.

**Gutierrez-Estrada, M., 1977.** Sedimentología del area de transición entre las provincias terrígenas y carbonatadas del suroeste el Golfo de México. Tesis de Maestria. Fac. de Ciencias, UNAM. México.175p.

**Heitler, W., K. Fraser and E. Ferrero, 2000.** Escape behaviour in the stomatopod crustacean *squilla mantis*, and the evolution of the caridoid escape reaction. *Journal of Experimental Biology*, 203: 183 p.

**Hendrickx. M.E., 1985.** *Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del golfo de California y su importancia como recurso potencial*, capítulo 3: 95- 148. *In: Yáñez-Arancibia, A. (de) Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Programa universitario de alimentos, Instituto de ciencias del mar y limnología, Instituto nacional de pesca. UNAM, México, D. F., 748 p.*

**Hendrickx, M.E. y J. Salgado-Barragán, 1991.** Los estomatópodos (*Crustacea: hoplocárida*) del Pacífico mexicano. Instituto de ciencias del mar y limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicaciones Especiales 10: 1-200.

**Hernández, A. y J.L. Villalobos, H., 1980.** Contribución al conocimiento de los crustáceos Decápodos y Estomatópodos de la Sonda de Campeche, D. C. de Oceanografía, Sría. de Marina, México, D. F. 47 p.

**Hernández-Aguilera, J.L. y A.M. Hermoso-Salazar., 1988.** Algunos estomatópodos de la costa este de México con la descripción de una nueva especie (Crustacea. Stomatopoda). Secretaria de Marina, Dirección General de Oceanografía. México Investigaciones Oceanográficas, 4 (2): 1-13.

**Hernández-Aguilera, J. L., 1988.** Comparación de la fauna carcinológica ( Estomatópoda y Decápoda) de cinco arrecifes del Golfo de México. *In: Reunión inidicativa de actividades regionales relacionadas con la Oceanografía (Golfo de México y Mar Caribe mexicanos). Veracruz, pp25-27.*

**Hoese, H.D., B.J. Copeland, F.N. Moseley, and E.D. Lane, 1968.** Fauna of the Aransas Pass Inlet, Texas. III. Diel and seasonal variations in trawlable organisms of the adjacent area. *Tex. J. Sci.* 20: pp.33-60.

**Manning, R.B., 1959.** A checklist of the stomatopod crustaceans of the Florida Gulf of Mexico area. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences* 22: pp. 14-24.

**Manning, R.B., 1969.** Stomatopod crustacean of the western Atlantic. *Studies Tropical Oceanography, Miami*, 8: 380 p.

**Manning, R.B., 1982.** Hoplocarida. Synopsis and Classification of living Organism. Mc. Graw –Hill New York. pp. 237 -241.

**Monreal-Gómez, M.A. y D.A. Salas de León, 1990.** Simulación de la Circulación en la Bahía de Campeche. *Geophysical International*, 29(2): pp.101-111.

**Morgan. G. S., and J. A. Provenzano, 1979.** Development of pelagic larvae and postlarvae *Squilla empusa* (Crustacea, Stomatopoda), an assessment of larval characters within the Squillidae. *Fishery Bulletin*: 77(1): pp 61-89.

**Pequegnat, E.W. y L.H. Pequegnat, 1970.** Station list for benthic and midwater samples taken by the R/V Alaminos 1964 to 1969. *In*: Pequegnat, E.W. y F.A. Contributions on the Biology of the Gulf of Mexico. Texas A & M. University Oceanographic Studies. 1: 125-170.

**Reaka, M.L. and R.B. Manning, 1980.** The distributional ecology and zoogeographical relationship of shallow water stomatopd Crustacean from Pacific Costa Rica. *Smithson. Contrib. Mar. Sci.*:7: pp 1-29.

**Reaka, M.L and R.B. Manning, 1981.** The behavior of stomatopod Crustacea, and its relationship to rates of evolution. *J Crust Biol* 1: pp.309-327.

**Reaka, M.L. and R.B. Manning, 1987.** The Significance of body size, dispersal potencial, and habitat for rates of morphological evolution in Stomatopod Crustacea. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 448: pp 1-37.

**Reaka, M.L., D.K. Camp, F. Alvarez, A.G. Gracia, M. Ortiz, and A.R. Vázquez-Bader, 2009.** CHAPTER 49 – Stomatopoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. Pp. 901-922, *In*: D.L. Felder & D.K. Camp (eds.), *Gulf of Mexico – Its Origins, Waters, and Biota, Biodiversity*, TAMU Press.

**Rockette, Mark D., Gary W. Standard, and Mark E. Chittenden, 1984.** Bathymetric distribution, spawning periodicity, sex ratios, and size compositions of the mantis shrimp, *Squilla empusa*, in the northwestern Gulf of Mexico *Fishery Bulletin*: 82(2): pp.418-426.

**Ruiz Rodríguez. T., 2008.** Estructura comunitaria de los macrocrustaceos bentónicos del suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 90 p.

**Salas de Leon, D.A. y M.A. Monreal-Gomez, 1986.** The role of the loop Current in the Gulf of Mexico fronts. *In*: Marine interface Ecohydrodynamics. J.C.J. Nihoul Ed. *Elsevier Oceanogr. Series*, pp 295-300.

**Say T., 1818.** An account of the Crustacea of the United States. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1: pp 374-401.

**Schmitt, W. L., 1940.** The stomatopods of the west coast of America based on collections made by the Allan Hancock Expeditions, 1933-1938. Allan Hancock Pacific Expeditions, 5: 129-225.

**Signoret, M., Monreal- Gomez, M.A., J. Aldeco, D.A. Salas-de-Leon, 2006.** Hydrography, oxygen saturation, suspended particulate matter, and chlorophyll-a fluorescence in a oceanic region under freshwater influence. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 69: pp. 153-164.

**Sparre, P. y S. C. Venema, 1997.** Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual. FAO. Documento Técnico de Pesca No 306/1, Rev. 2, 420 p.

**Vázquez-Bader, A.R., 1988.** Comunidades de Macro invertebrados bentónicos de la Plataforma Continental del Suroeste del Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 140p.

**Vázquez-Bader, A.R., y A. Gracia, 1994.** Macroinvertebrados Bénticos de la plataforma continental del suroeste del Golfo de México. Publicaciones Especiales del Instituto de Biología, UNAM. pp. 9-113.

**Vázquez-Bader, A.R., 1996.** Comunidades de Macro invertebrados bentónicos en el suroeste del golfo de México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 247 p.