



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE  
*Stereomastis sculpta* (Decapoda: Palinura) EN EL GOLFO  
DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLÓGA

P R E S E N T A:

MARIANA LÓPEZ ROBLES



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ADOLFO GRACIA GASCA

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>II. ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS PARTICULARES .....	7
<b>IV. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>8</b>
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA .....	18
ABUNDANCIA Y DENSIDAD.....	20
ESTRUCTURA DE TALLAS.....	29
DISTRIBUCIÓN DE TALLAS CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD .....	33
PROPORCIÓN SEXUAL.....	44
TALLA DE PRIMERA MADURACIÓN .....	45
<b>VII. DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA .....	46
DENSIDAD.....	46
ESTRUCTURA DE TALLAS.....	47
RELACIÓN TALLA-PROFUNDIDAD.....	48
PROPORCIÓN SEXUAL.....	49
TALLA DE PRIMERA MADURACIÓN .....	49
<b>VIII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>

## RESUMEN

Las investigaciones que se han realizado sobre la ecología de *Stereomastis sculpta* (Decapoda) son escasas. Estos organismos pertenecientes a la familia Polychelidae habitan aguas profundas y al no tener una importancia económica, su ciclo de vida, hábitos y ecología son prácticamente desconocidos. Este trabajo aporta conocimientos sobre la distribución, abundancia y estructura poblacional de *S. sculpta* dentro del sector SW del Golfo de México entre los 18° y 25° de latitud Norte y los 92° y 97° de longitud Oeste en el talud continental de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco. Se realizaron muestreos en el área de estudio a bordo del Buque Oceanográfico "Justo Sierra" con redes de arrastre camaroneras. Las muestras se procesaron para la abundancia, distribución geográfica y estructura poblacional, posteriormente se analizaron mediante pruebas de ANOVA de una vía y el estadístico  $\chi^2$ . *S. sculpta* presentó un patrón de distribución agregada donde la mayor concentración de individuos se encontró frente al río San Fernando entre los 690 y 821 m de profundidad. Las tallas de la población fluctuaron entre los 17.79 y 66.75 mm de longitud de cefalotórax (LC). La relación talla-profundidad muestra que los organismos de tallas más pequeñas se encuentran a mayores profundidades y los que se asocian a profundidades menores son aquéllos que presentan tallas superiores. La talla mínima de madurez sexual para hembras ovígeras fue de 47 mm de LC. Con base en la presencia y ausencia de espermatóforo en los organismos se sugiere que *S. sculpta* se reproduce durante todo el año con un posible máximo en verano.

## I. INTRODUCCIÓN

Una población es un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un área determinada en un tiempo dado (Krebs, 1985). Los parámetros demográficos que determinan el tamaño poblacional son la tasa de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración (Begon et al., 1996), así mismo, la estructura de edades y la supervivencia afectan el tamaño de una población (Bougney, 1973).

La estructura poblacional es el conjunto de caracteres que describen el arreglo de los individuos que constituyen una población. Entre tales características se encuentran la estructura de edades, el tamaño efectivo de la población, la proporción sexual, el patrón de distribución espacial y la densidad (Hewitt y Bultin, 1997), la estructura de edades de las poblaciones varía espacial y temporalmente debido a la duración del ciclo de vida, la variación de las condiciones ambientales y la disponibilidad de los recursos (Ebenman y Persson, 1988; Hewitt y Bultin, 1997).

De acuerdo con Bougney (1973), los caracteres que definen la estructura poblacional son: a) la estructura de edades o de tamaños, que es la proporción de individuos de cada edad o tamaño que hay en la población en un momento dado; b) el tamaño efectivo de la población, compuesta por la cantidad de individuos que están en etapa reproductiva; c) la proporción sexual, representada por la fracción de machos y hembras que hay en la población en un momento determinado; d) el patrón de distribución espacial, que consiste en el modo en el que los individuos de una población están dispuestos en el espacio y, que pueden ser azarosa, uniforme o agregada, y e) la estructura genética que se refiere a la variabilidad de alelos (Ricklefs y Miller, 2000; Smith y Smith, 2001).

Pocos estudios se han llevado a cabo con relación a la estructura de tallas para la fauna del mar profundo, particularmente en especies de crustáceos decápodos. Al sur del Golfo de México los escasos estudios disponibles de la fauna profunda se refieren principalmente a la distribución y abundancia (Gaytán, 2005; Escobar et al., 2008). De igual manera, el conocimiento acerca de los hábitos de vida y ecología de dichas poblaciones están lejos de ser bien entendidos ya que se limitan por dificultades inherentes en la toma de muestras de aguas profundas y por la falta de campañas científicas enfocadas a la zona batial y abisal.

*Stereomastis sculpta* (Smith, 1880) pertenece a la familia Polychelidae. Todas las especies de dicha familia, 38 hasta la fecha (De Grave et al., 2009), habitan en aguas profundas. Su ciclo de vida, hábitos y ecología son prácticamente desconocidos. No obstante, de no tener una importancia económica, son organismos conspicuos en las colectas de mar profundo.

En el sur del Golfo de México la fauna de la plataforma externa y talud continental es poco conocida, por lo que el Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ha venido desarrollando varios proyectos con el objeto de contribuir al conocimiento de la biodiversidad e identificar recursos pesqueros potenciales. En este trabajo se presenta información sobre la distribución, abundancia y aspectos poblacionales de *S. sculpta* (Fig. 1).



**Figura 1.-** Vista dorsal de un ejemplar macho de *S. sculpta*.

## II. ANTECEDENTES

Actualmente la familia Polychelidae cuenta con seis géneros: *Cardus* Galil, 2000; *Homeryon* Galil, 2000; *Pentacheles* Bate, 1878; *Polycheles* Heller, 1862; *Stereomastis* Bate, 1888 y *Willemoesia* Grote, 1873 (De Grave et al., 2009). La posición taxonómica de los géneros ha sido objeto de debate en diversos estudios debido a la confusión en los caracteres diagnósticos originales: presencia o ausencia de quelas en el quinto pereiópodo y longitud del epipodito del tercer maxilípodo (Ahyong, 2009). Precisamente debido a la presencia de la quela en el quinto pereiópodo varios autores consideraban a *Pentacheles* como sinonimia de *Polycheles* (Kemp y Sewell, 1912; De Man, 1916; Firth y Pequegnat, 1971); no obstante, estos dos géneros difieren en la presencia/ausencia del epipodito en el tercer maxilípodo (Ahyong, 2009). Por otro lado, la separación entre *Polycheles* y *Stereomastis* no ha sido resuelta del todo, ya que algunos autores consideran que la única diferencia entre ambos géneros es el número de espinas laterales del caparazón. Galil (2000), realizó una revisión a nivel mundial de las especies de la familia Polychelidae en la que reconoce dos nuevos géneros *Cardus* Galil, 2000 y *Homeryon* Galil, 2000. Además, consideró a *Stereomastis* como sinonimia de *Polycheles*. Más adelante Ahyong (2009), concluyó con base en análisis cladísticos morfológicos que los dos géneros son monofiléticos y fácilmente distinguibles.

El género *Stereomastis* cuenta actualmente con 17 especies en todo el mundo (Chan, 2010); de las cuales según Ahyong (2009), cinco son cosmopolitas: *S. suhmi* (Bate, 1884), *S. pacifica* (Faxon, 1863), *S. nana* (Smith, 1884), *S. evexa* (Galil, 2000) y *S. sculpta*. En el Golfo de México únicamente se ha registrado a *S. sculpta* (Felder y Camp, 2009).

A pesar de los estudios taxonómicos mencionados anteriormente, pocas son las investigaciones que se han hecho sobre la ecología de *S. sculpta*. Wenner (1979),



registró que esta es la especie más común en los arrastres realizados en el océano Índico, Mar Mediterráneo y Mar Caribe con cerca de un 6.5% de la abundancia total capturada en un intervalo batimétrico entre 486 y 2,257 m de profundidad.

Cartes y Abelló (1992), realizaron estudios comparativos con relación a los hábitos alimenticios de *S. sculpta* y *Polychaetes typhlops* en el Mediterráneo Oeste de 500 a 750 y 1,000 a 2,300 m de profundidad. Estos autores concluyeron que *P. typhlops* predomina en profundidades entre 500-1,200 m y se alimenta casi exclusivamente de presas móviles, mientras que *S. sculpta* se localizó a profundidades mayores a 1,200 m y presentó preferencia por presas sedentarias.

Por otro lado, también en el Mediterráneo Oeste, estos autores (Abelló y Cartes, 1992) analizaron la población de *S. sculpta* y *P. typhlops* colectados entre los 1,000 y 2,300 m de profundidad. Observaron que *S. sculpta* se distribuye preferentemente de 981 a 2,253 m de profundidad y que las tallas mayores se presentaban en las hembras (5-46 mm de longitud de cefalotórax [LC]) disminuyendo en hembras ovígeras (24-44 mm de LC) y machos (8-35 mm de LC).

Sardà y Cartes (1993) analizaron la relación talla-profundidad en diversos crustáceos decápodos del Mediterráneo. La tendencia que observaron fue la disminución de la talla media conforme aumentaba la profundidad. Sin embargo, *S. sculpta* no presentó un claro patrón en dicha relación.

### III. OBJETIVOS

#### Objetivo general

- Aportar conocimiento sobre la ecología de *S. sculpta* en el sur del Golfo de México.

#### Objetivos particulares

- Describir el patrón de distribución espacial y batimétrica.
- Analizar la estructura de tallas con respecto a la distribución espacial y batimétrica.
- Determinar la estructura de talla por sexo y su relación con la profundidad.
- Determinar la proporción sexual y la talla de primera madurez sexual en hembras ovígeras.

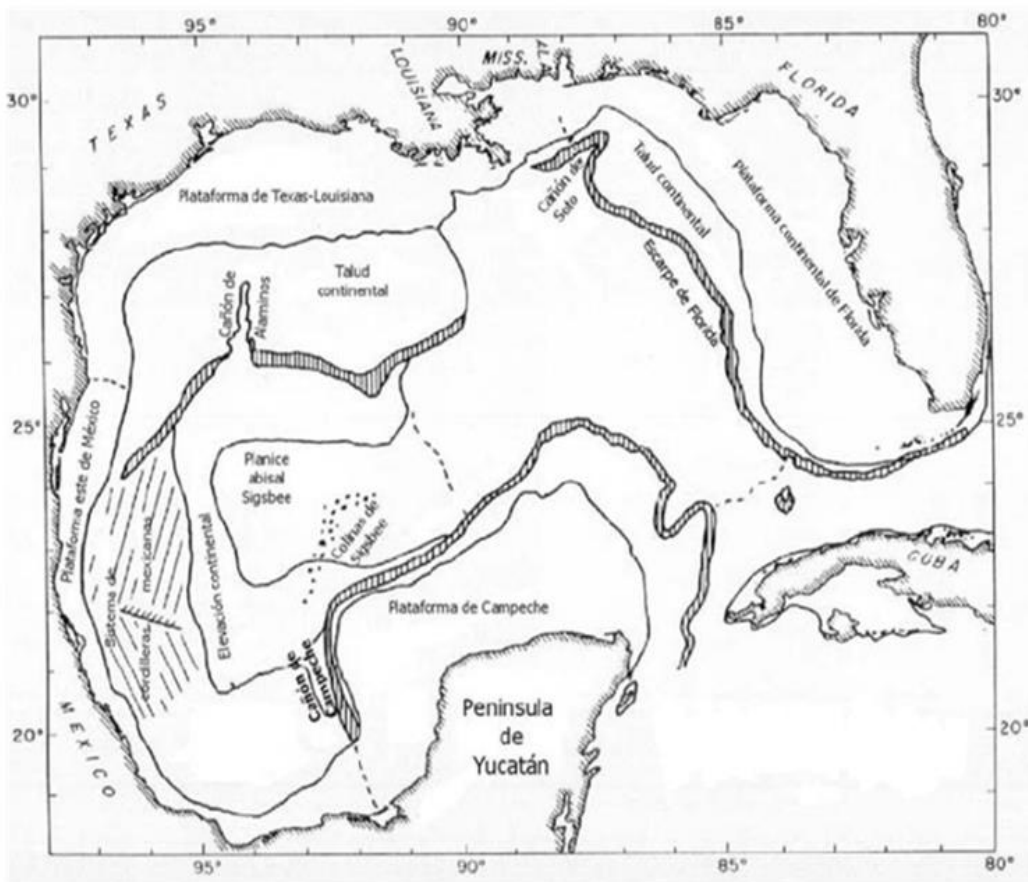
#### Hipótesis

Los crustáceos decápodos en general presentan una tendencia a emigrar hacia mayores profundidades conforme aumenta su talla. En este trabajo se espera que en la talla de *S. sculpta* exista una relación positiva entre la profundidad del ambiente y la talla de los organismos muestreados.

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de México se caracteriza por presentar una geomorfología compleja (Roberts et al., 1999), en la que se encuentran cañones, escarpes, domos salinos y depósitos de carbonato (Bryant et al., 1991). Se sitúa entre los 18° y 30° latitud Norte y 82° y 98° longitud Oeste (Ramírez, 1988); ubicado en la zona subtropical, es una cuenca semicerrada que se comunica con el mar Caribe y el Océano Atlántico a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de Florida, respectivamente (Monreal-Gómez et al., 2004). La plataforma continental representa aproximadamente el 30% del área total (Rabalais et al., 1999) con diferentes extensiones (Bouma, 1972) (Fig. 2).

El Golfo de México presenta una batimetría muy variable. El Canal de Yucatán

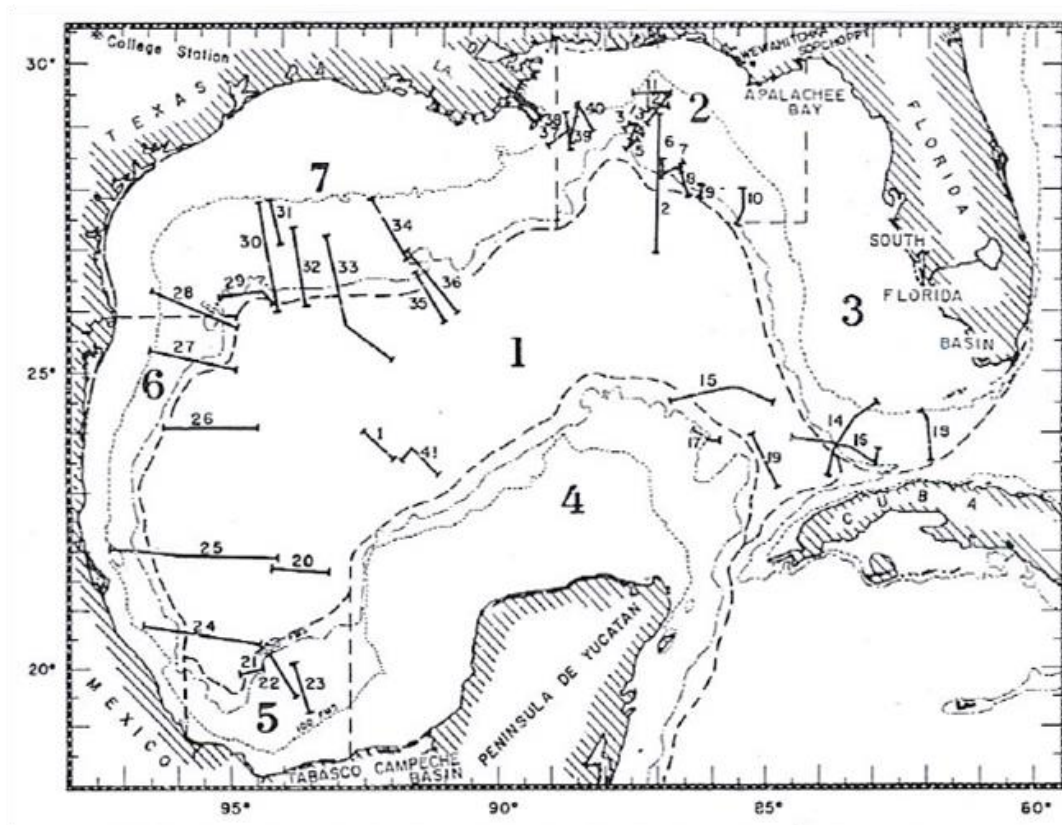


**Figura 2.-** Mapa del Golfo de México, representando su topografía. Tomado de Bouma (1972).

en su parte occidental tiene una plataforma continental angosta de 2 km mientras que al norte de la Península de Yucatán presenta un ancho de 250 km. La plataforma frente a Veracruz y Tamaulipas es muy estrecha, y se ensancha frente a Texas-Luisiana continuando hasta Florida (Monreal-Gómez et al., 2004). En la parte central presenta profundidades hasta de 4,023 m (Salas y Monreal, 1997).

Antoine (1972), reconoce 7 provincias: (1) Centro del Golfo de México, (2) Noreste del Golfo de México, (3) Sur de la plataforma y talud continental de Florida, (4) Banco de Campeche, (5) Bahía de Campeche, (6) Este de la plataforma y talud continental del Golfo de México y (7) Norte del Golfo de México (Fig. 3). Más adelante Felder y Camp (2009), dividen al Golfo de México en 8 regiones en función de la biota (NNW, WNW, NNE, ENE, WSW, SSW, SSE y ESE) (Fig.4).

El área de estudio abarcó principalmente el sector SW del Golfo de México, la parte costera de la plataforma continental de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco entre los 18° y los 25° de latitud Norte y los 92° y 97° de longitud Oeste. Comprendió las porciones WNW, WSW, SSW; la cual incluye la plataforma y talud continental del Este de México (6) y la bahía de Campeche (5) (Fig. 3).

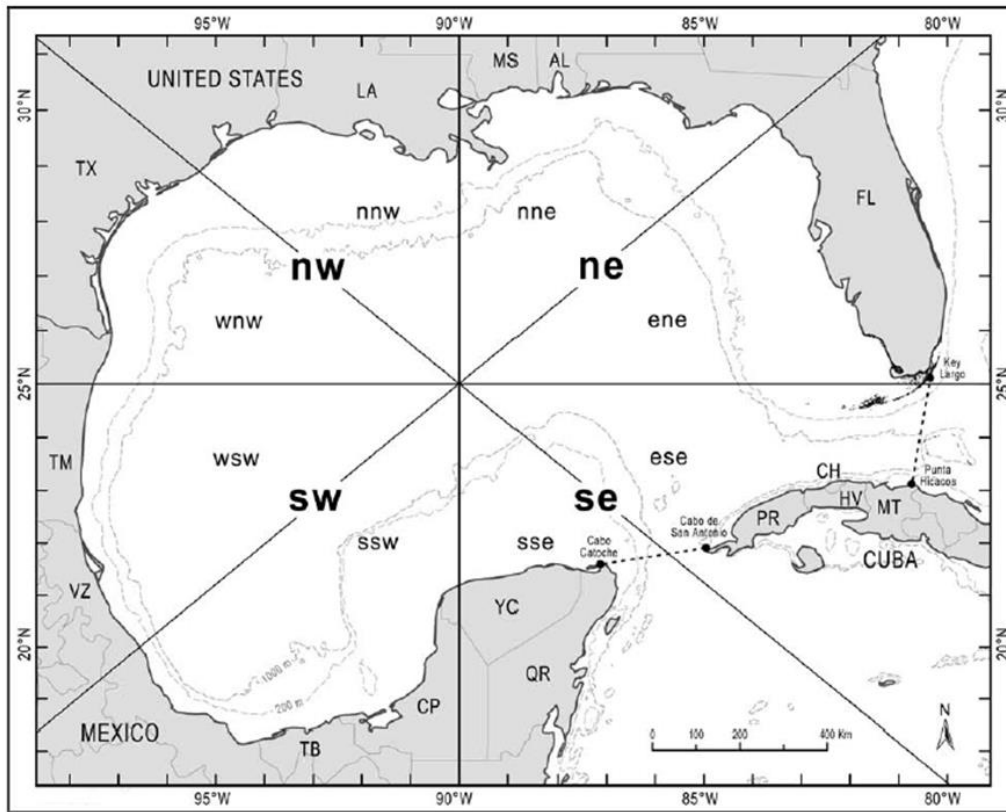


**Figura 3.-** Mapa de las siete provincias geológicas en el Golfo de México: (1) Centro del Golfo de México, (2) Noreste del Golfo de México, (3) Sur de la plataforma y talud continental de Florida, (4) Banco de Campeche, (5) Bahía de Campeche, (6) Este de la plataforma y talud continental del Golfo de México, (7) Norte del Golfo de México.  
Tomado de Antoine (1972).

*Plataforma y talud continental del este de México.* Ubicada al sur de Veracruz y al norte con el Río Grande, esta provincia geológica abarca toda la orilla del este de México (Fig. 3(6)). El fondo del Golfo en esta región se caracteriza por pliegues que cubren los sedimentos y que son paralelos a la orilla. Debido a que aparentemente están creados por evaporitas cubiertas de sedimento, la evidencia sugiere que los pliegues han impedido el transporte del sedimento desde la costa mexicana hasta la Cuenca del Golfo (Bryant et al., 1968).

*Bahía de Campeche.* Bahía del istmo que se extiende desde la orilla occidental del Banco de Campeche hacia las regiones costeras al este de Veracruz (Fig. 3(5)). La Sierra Madre Oriental forma un borde al suroeste, y la planicie costera

relacionada es similar a la costa de Texas-Louisiana en el norte del Golfo (Bryant et al., 1968).



**Figura 4.-** Delimitación geográfica del Golfo de México. Área de estudio realizada en el sector SW comprendiendo las porciones WNW, WSW, SSW. Tomado de Felder y Camp (2009).

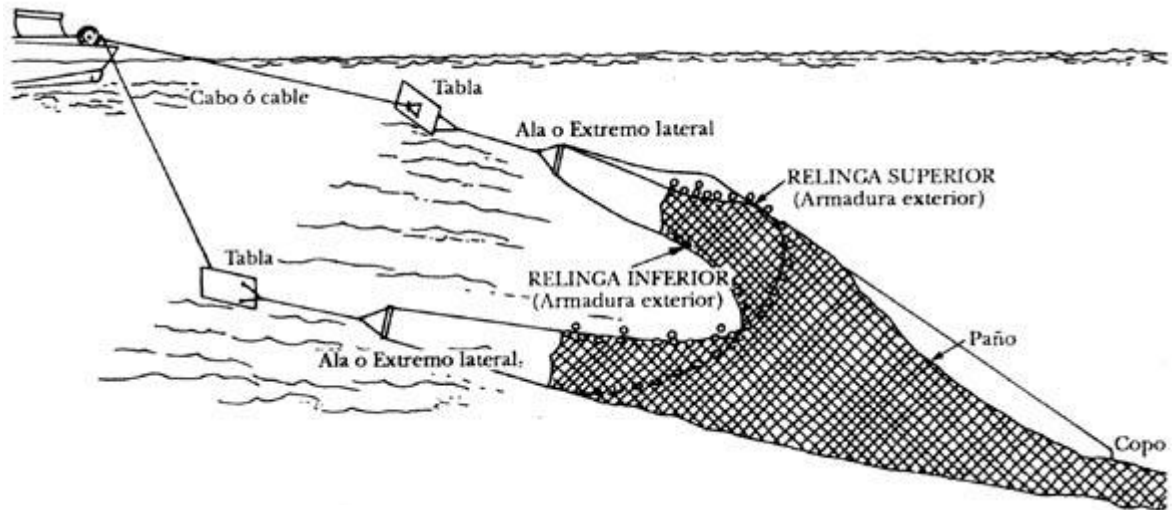
## V. MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras empleadas para este estudio se obtuvieron durante dos campañas oceanográficas a bordo del Buque Oceanográfico "Justo Sierra" de la UNAM, a través de los proyectos BIOREPES III (Biodiversidad de Macroinvertebrados y Recursos Pesqueros Potenciales del Talud Continental en el Noroeste del Banco de Campeche) ( $21^{\circ} 13.936$ - $25^{\circ} 41.122$  N;  $96^{\circ} 13.829$ - $97^{\circ} 16.884$  W) y COBERPES (Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales del Mar Profundo y Golfo de México) ( $18^{\circ} 45.532$ - $20^{\circ} 30.221$  N;  $92^{\circ} 45.133$ - $96^{\circ} 41.067$  W) correspondientes a noviembre del 2008 (otoño) y agosto del 2009 (verano) respectivamente.

Se recolectó a *S. sculpta* en 11 estaciones oceanográficas de la campaña BIOREPES III en la porción costera de la plataforma del estado de Tamaulipas (Fig. 7). La campaña COBERPES abarcó la plataforma de los estados de Tabasco y Veracruz y se capturó a la especie en 21 estaciones.

La colecta de organismos se efectuó mediante una red de arrastre camaronera tipo comercial de 18.3 m (60 pies) de apertura de boca y luz de malla en el cuerpo de la red de 2.5 cm. La velocidad promedio de arrastre fue de 2.5 nudos, con un tiempo de duración de 30 minutos para cada lance. En intervalo general al que se arrastró en las dos campañas fue de 300-1,200 m de profundidad.

La red de arrastre de fondo es una bolsa cónica con paños de red, con una boca ancha provista de pesos en la relinga inferior y de flotadores en la relinga superior. Cuando la embarcación está en marcha, la red se mantiene abierta por medio de dos puertas de arrastre, unas estructuras de madera o de hierro remolcadas por cables que están sujetos a ella por delante de su centro, de manera que tienden a abrirse. Las dos puertas se conectan con la red por brindas de cobo o cable (Sala et al., 2004) (Fig. 5).

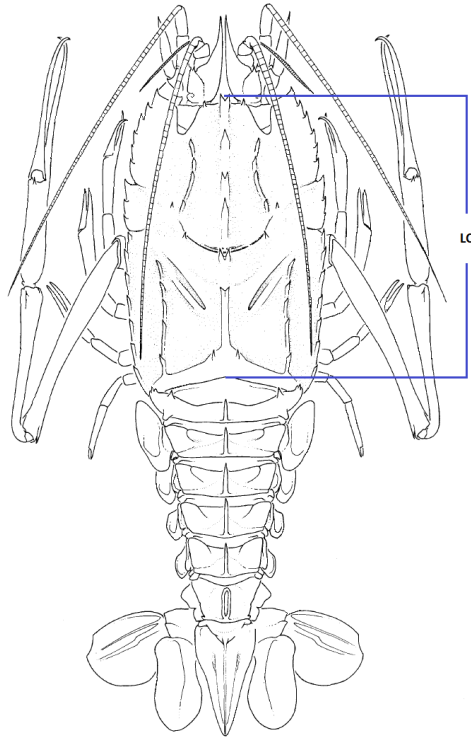


**Figura 5.-** Red de arrastre

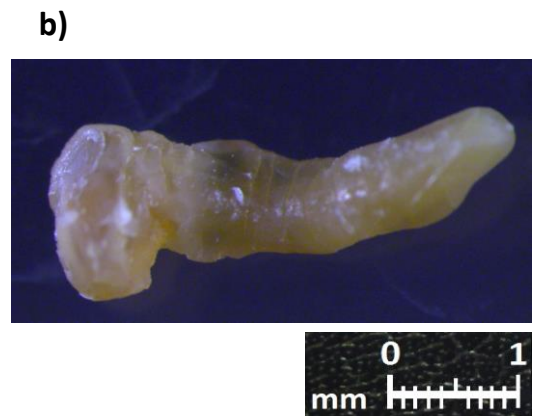
El material biológico obtenido en cada arrastre fue separado por especie y se determinó el sexo para cada espécimen capturado. En el caso de *S. sculpta*, la identificación se basó en la clave descrita por Ahyong (2009). Después de ésta, los organismos se conservaron en OH 70° para su manejo en el laboratorio.

En el laboratorio, a cada uno de los organismos se le midió la longitud del cefalotórax (LC) en milímetros desde el final de las espinas rostrales hasta el margen medio posterior del caparazón (Fig. 6). Mediante un examen visual para ambos sexos, se registró la presencia o ausencia de espermátforo (Fig. 7 y 8b) y en hembras ovígeras se registró la presencia de huevos externos (Fig. 8c).

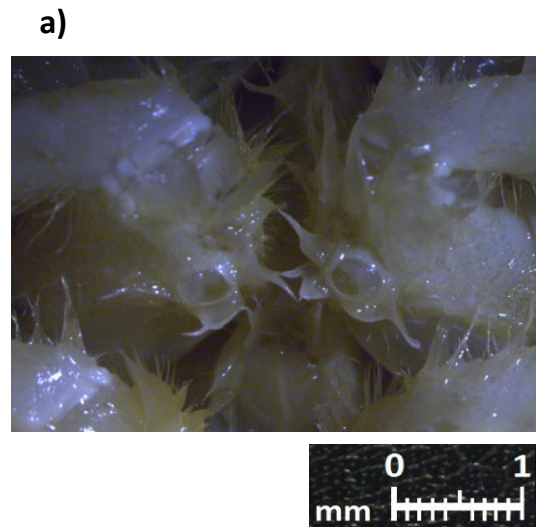
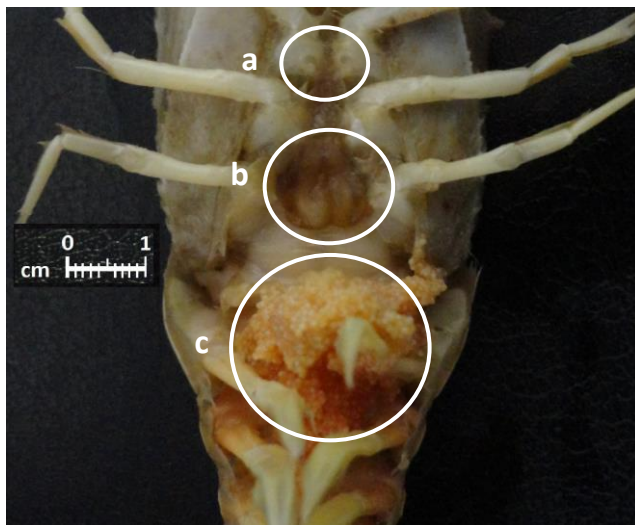




**Figura 6.-** Diagrama mostrando la longitud del cefalotórax (LC) de *S. sculpta* para el análisis morfológico. Tomado de Galil (2000).



**Figura 7.-** Ejemplar macho de *S. sculpta* de a) vista ventral del quinto pereopodo donde se localiza el gonoporo y el b) espermatóforo



**Figura 8.-** Ejemplar hembra de *S. sculpta* de a) vista ventral del tercer pereiópodo donde se localiza el gonoporo, b) entre el cuarto y quinto pereiópodo el telicum con espermatóforo y c) huevos externos en los pleópodos

Se construyeron bases de datos con información proveniente de las capturas y de las mediciones de los organismos obtenidas en el laboratorio. Para el análisis de datos y obtención de gráficos se utilizó el programa de cálculo Excel 2007 de Microsoft Office y Statistica 7. Con el programa Surfer 8.0 se realizaron los mapas correspondientes a la distribución y abundancia para cada campaña.

La frecuencia de tallas se arregló en 11 intervalos de 5 mm de LC. Las tallas con respecto a la profundidad se agruparon por estratos de 100 m y se realizaron pruebas de ANOVA de una vía para comprobar si existían diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) y en dicho caso se utilizaron pruebas de Tukey. Se calculó la proporción sexual y mediante la prueba  $\chi^2$  se obtuvo el nivel de significancia estadística.

Se estimó el porcentaje de hembras ovígeras respecto al total de hembras capturadas a fin de determinar la talla de primera madurez sexual (TMS<sub>50%</sub>) (Roa et al., 1999). El ajuste se efectuó mediante un arreglo no lineal de la función logística y se obtuvo la frecuencia relativa acumulada de la función la cual representa la suma de las frecuencias relativas por clase que son:

$$f_1 = \frac{n_1}{n}, f_2 = \frac{n_2}{n}, f_m = \frac{n_m}{n}$$

y por lo tanto, se tendrá que la frecuencia relativa acumulada está dada por:

$$Fr(x) = \sum_{i=1}^{x_i} f_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{x_i} n_i = \frac{1}{n} F(x)$$

De la última igualdad de las formulas anteriores, la frecuencia relativa acumulada es el cociente de la frecuencia acumulada de clase entre la cantidad total de datos. (Canavos, 1992).

Se estimó para cada estación de muestreo el área de barrido de la red de arrastre por medio del “método de área de barrido” (Sparre y Siebren, 1997). La red de arrastre barre un sector definido, cuya área es igual a la longitud del sector por el ancho de la red, llamada “área barrida” o “sector de barrido efectivo”. El área barrida  $A$ , se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$A = D * rs * X2 \quad D = V * t$$

donde  $V$  es la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo,  $rs$  es la longitud de la relinga superior y  $t$  es el tiempo de duración del arrastre.  $X2$  es la parte de la relinga superior que equivale al ancho del sector barrido por la red de arrastre,  $rs * X2$  es la abertura de las alas (Fig. 9) (Sala et al., 2004). Para las redes de arrastre de fondo en el Caribe Klima (1976) utilizó un valor de  $X2 = 0.6$

Una vez obtenida el área de barrido en cada estación de muestreo, se calculó la densidad (ind/Ha), cuya relación matemática es:

$$Densidad = Masa/Volumen$$

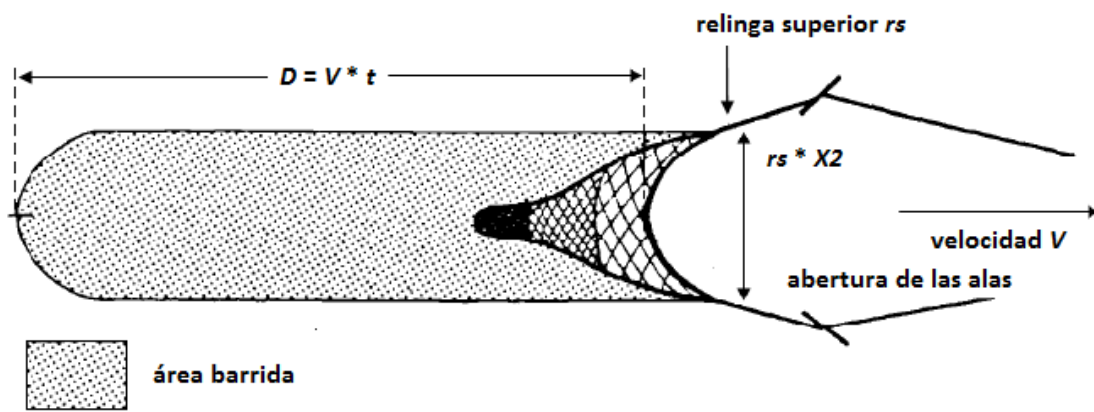
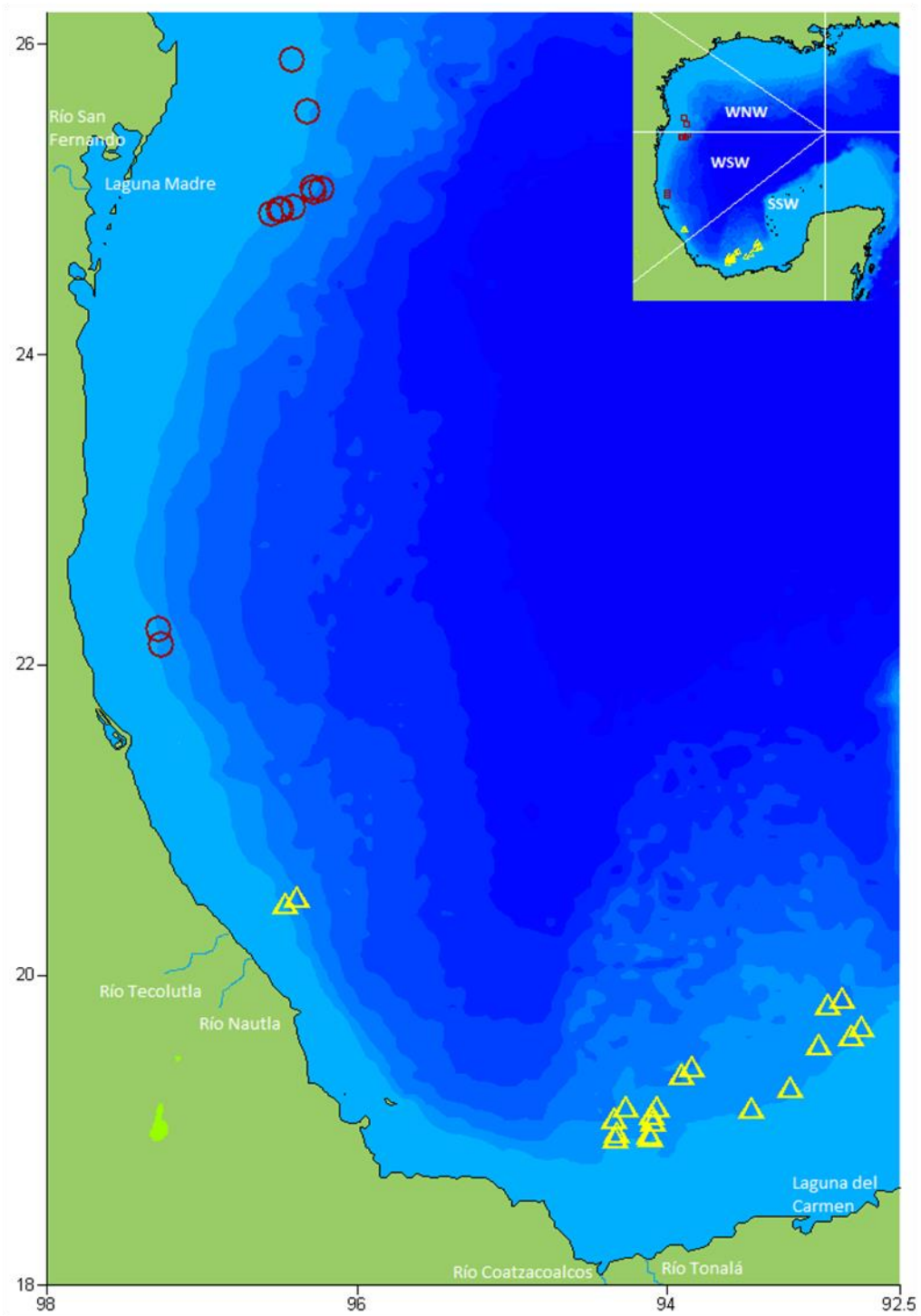


Figura 9.- Área barrida por la red de arrastre.  
Tomado de Sala et al. (2004).

## VI. RESULTADOS

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA

*S. sculpta* se localizó en el sector NW (área WNW) al norte de Laguna Madre a 400 y 831 m de profundidad; en el sector SW (área WSW) frente a la misma laguna en un intervalo de profundidad entre 578 y 1,132 m; al norte de la Laguna de Tamiahua entre los 500 y 600 m y entre los ríos Tecolutla y Nautla a 634 y 1,004 m de profundidad. En el área SSW la especie se localizó frente al río Coatzacoalcos, río Tonalá y Laguna del Carmen en un intervalo de profundidad de 537 a 1,148 m (Fig. 10).



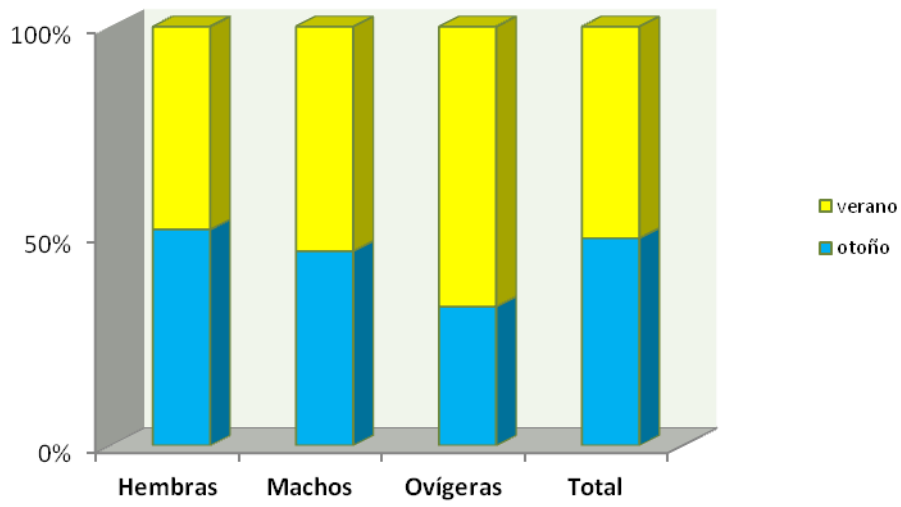
**Figura 10.-** Distribución geográfica de *S. sculpta* en el sector SW por estación de muestreo en las porciones WNW y WSW para otoño ○ y en la porción SSW para verano △ en el Golfo de México.

## ABUNDANCIA Y DENSIDAD

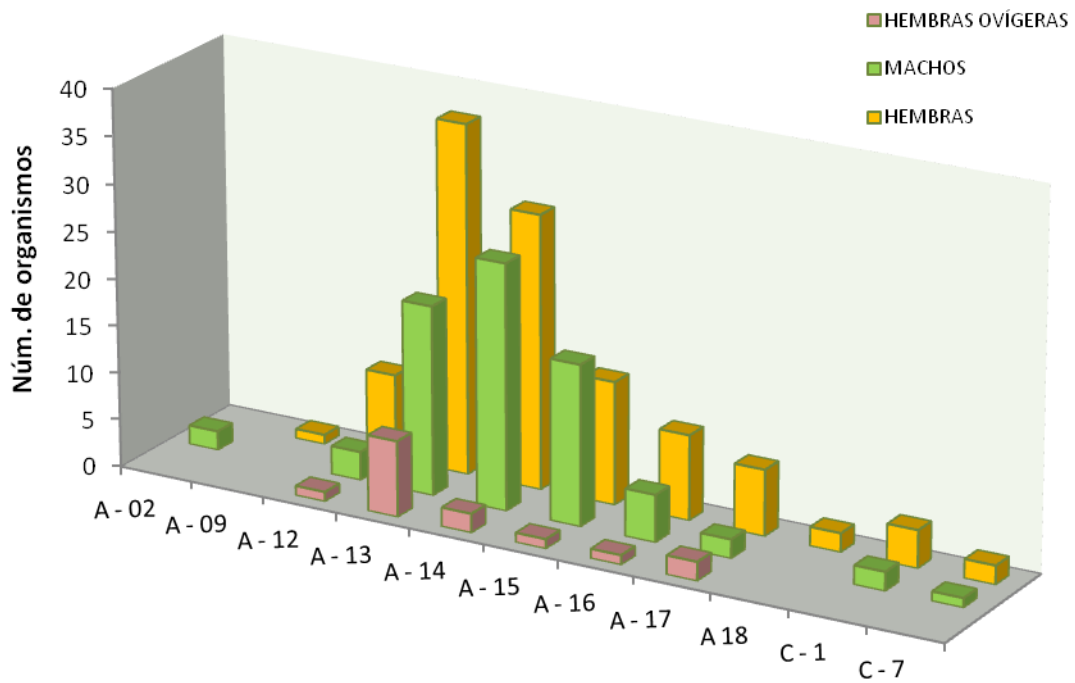
Se colectó un total de 416 individuos de *S. sculpta* de los cuales las hembras representaron y el 59.6% con 248 individuos y los machos el 40.4% con 168 individuos. Dentro del número total de hembras, las hembras ovígeras constituyeron el 18.1% con 45 individuos (Fig. 11).

La abundancia total de organismos de *S. sculpta* fue similar en ambas campañas ya que se obtuvo el 50.5% en verano y el 49.5% en otoño III. En la abundancia total por sexos se observó una ligera mayor abundancia de hembras en otoño representando el 51.6% en contraste con el 48.4% en verano. La mayor abundancia para machos, con el 53.6% y hembras ovígeras con el 12.1%, se encontró en verano en contraposición con el 46.4% y 6% en otoño.

En otoño, el mayor número de hembras, hembras ovígeras y machos de *S. sculpta* se presentó frente a Laguna Madre en un intervalo de profundidad de 600 a 799 m (estación A-13 y A-14). El máximo número fue de 65 organismos recolectados de ambos sexos a una profundidad promedio de 694 m en la estación A-13 y el número mínimo que fue de 1 hembra a una profundidad promedio de 831 m en la estación A-09 (Fig. 12 y 13). En verano las mayores abundancias para hembras, hembras ovígeras y machos se localizaron frente al río Coatzacoalcos dentro del intervalo de profundidad de 500 a 799 m (estación B-12, B-4 y B-13, respectivamente) El máximo número fue de 30 organismos recolectados de ambos sexos a una profundidad promedio de 696 m en la estación B-4 y el número mínimo de 3 organismos recolectados en la estación A-12b (677 m) y E-1 (1,004 m) (Fig. 14 y 15).

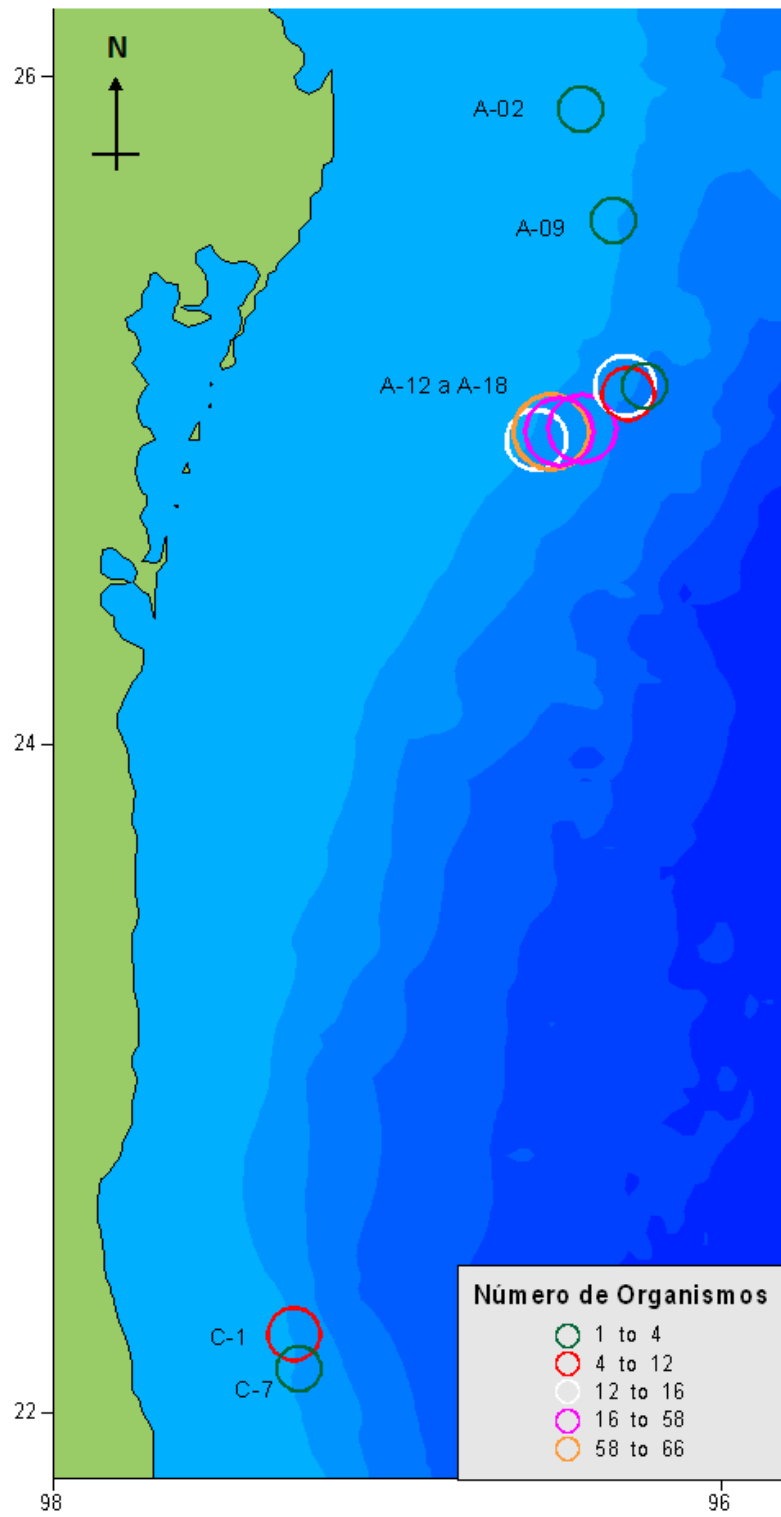


**Figura 11.-** Porcentaje total y por sexo de organismos colectados de *S. sculpta* en otoño y verano.

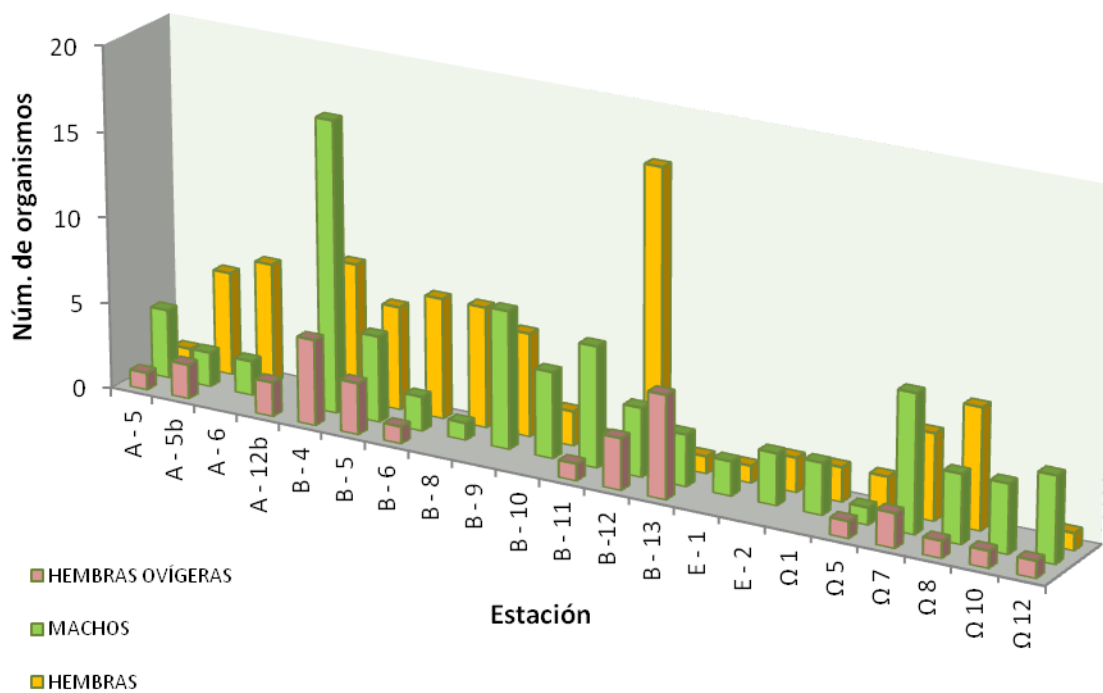


**Figura 12.-** Abundancia de *S. sculpta* por sexos en cada estación de muestreo en otoño.





**Figura 13.-** Distribución y abundancia de *S. sculpta* en cada estación de muestreo en las porciones WNW y WSW en otoño.



**Figura 14.-** Abundancia de *S. sculpta* por sexos en cada estación de muestreo para verano.

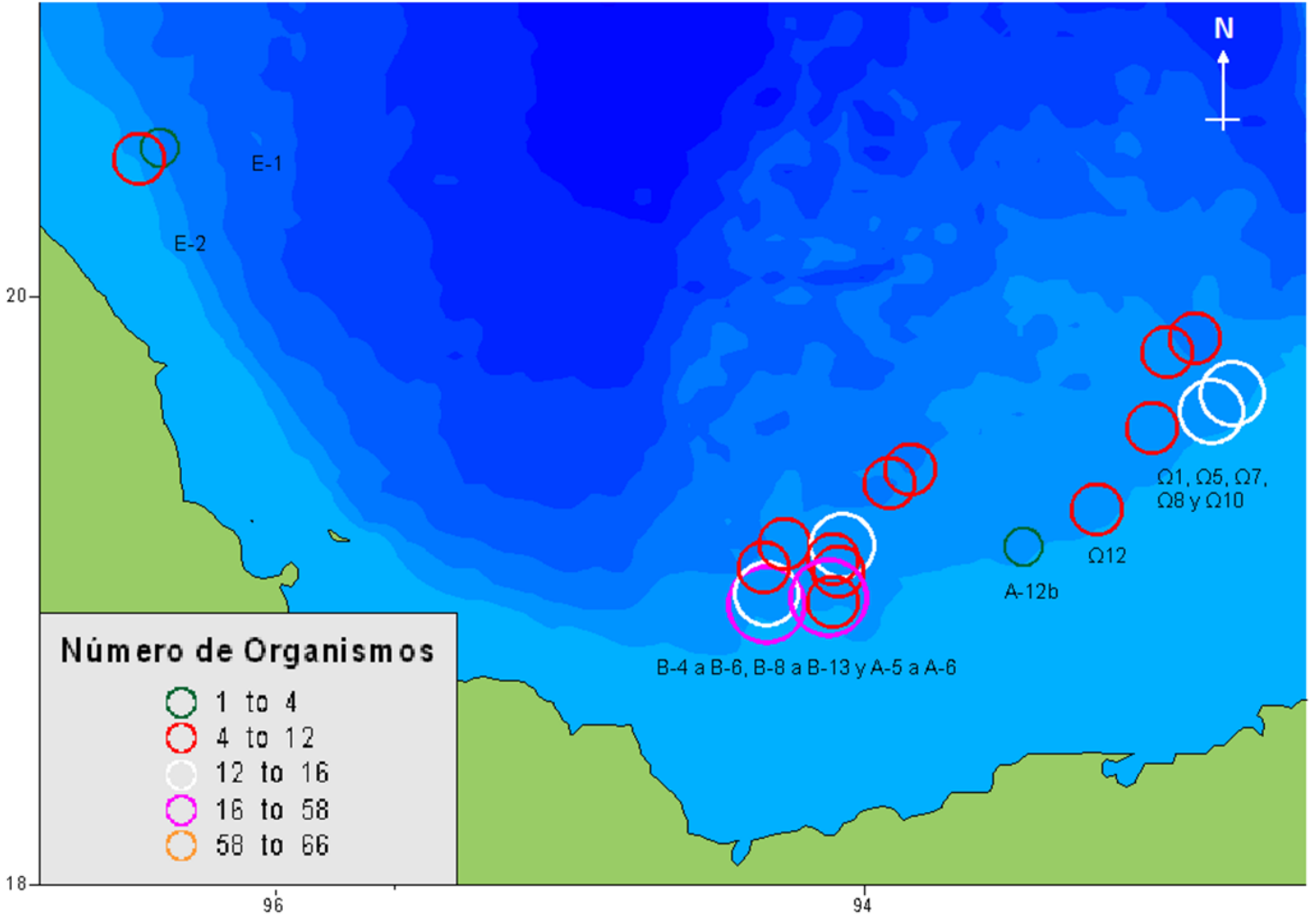
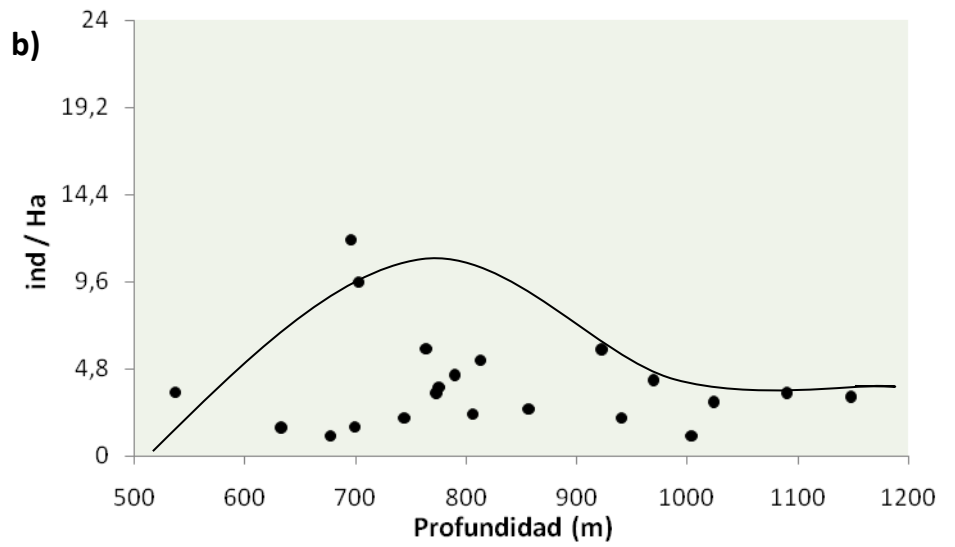
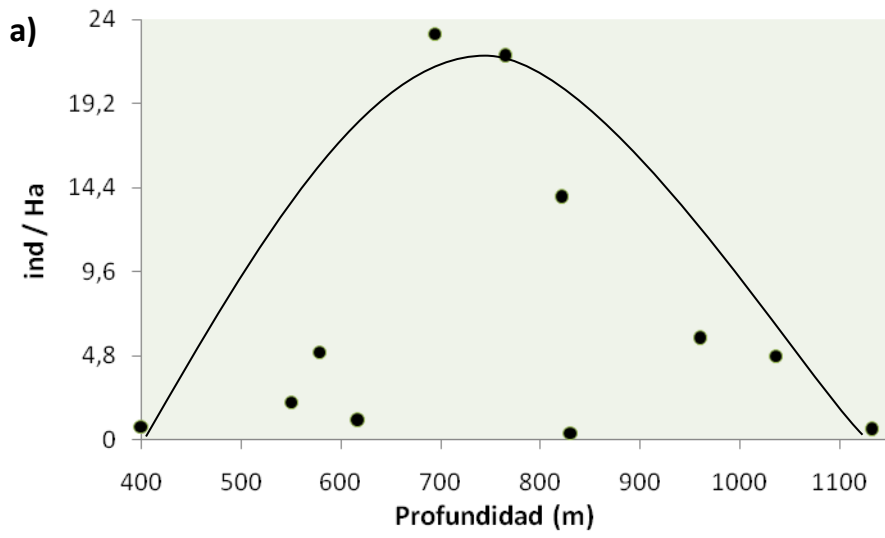


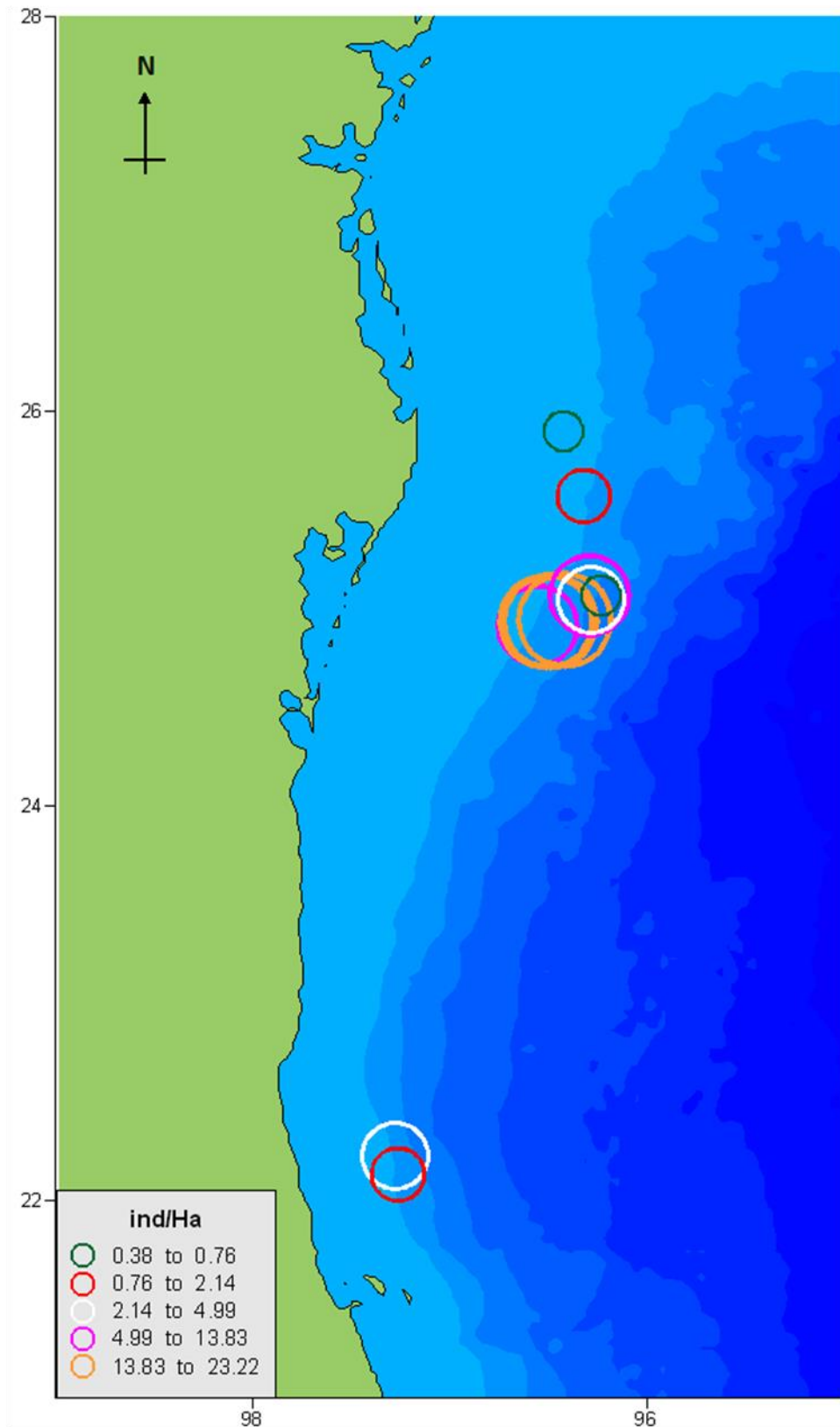
Figura 15.- Distribución y abundancia de *S. sculpita* en cada estación de muestreo en la porción SSW en verano.

La densidad promedio para otoño fue de 7.22 ind/Ha, las mayores densidades se presentaron frente a la Laguna Madre en el área WNW (23.21 ind/Ha a 694.5 m y 21.92 ind/Ha a 694.5 m), mientras que la menor densidad (0.38 ind/Ha) se registró en la misma área al norte de la Laguna Madre a 831 m de profundidad (Fig. 16a y 17).

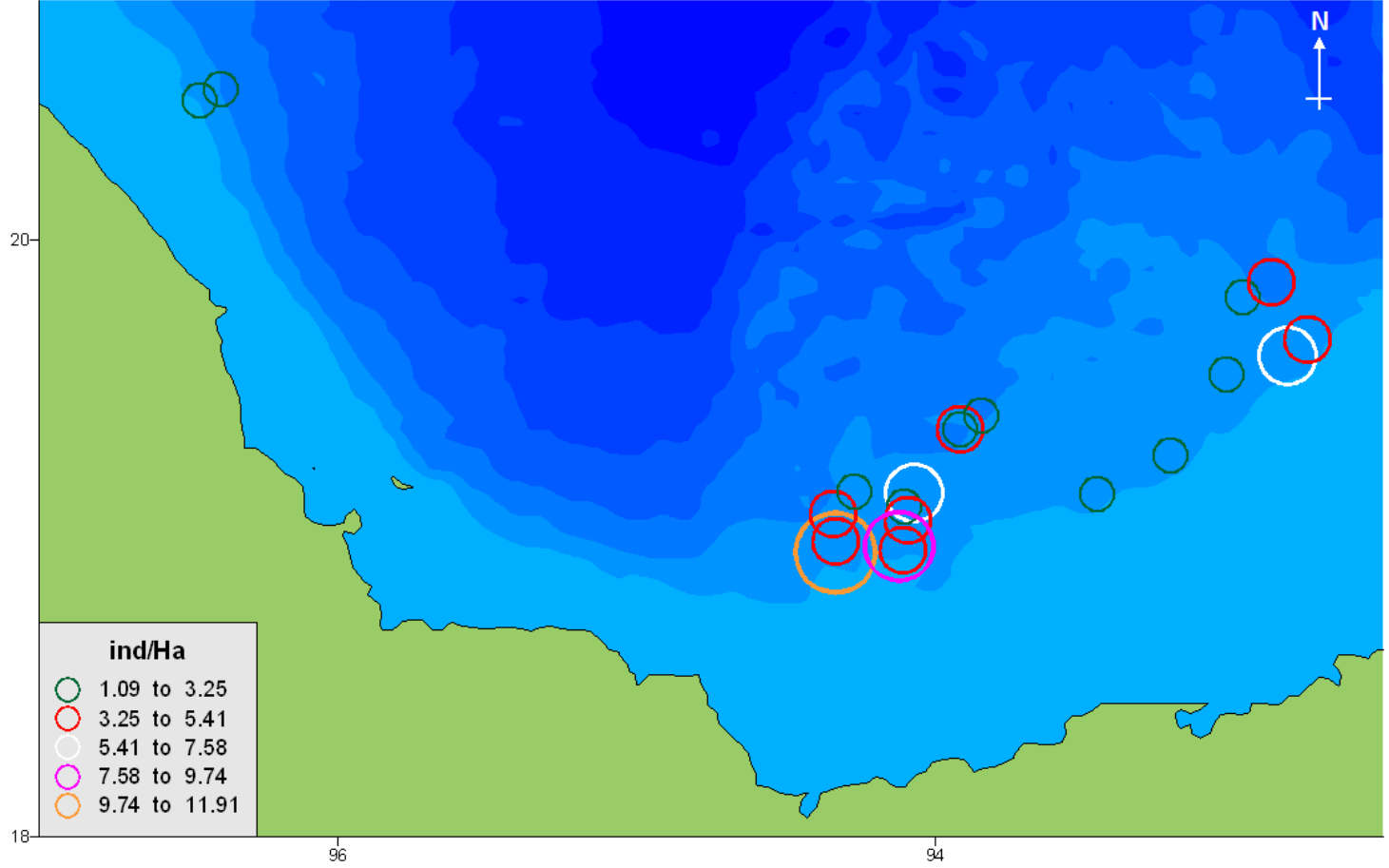
En verano la densidad promedio de 3.93 ind/Ha fue menor que en la otoño. Las mayores densidades se ubicaron frente al río Coatzacoalcos en el área SSW (11.90 ind/Ha a 696 m y 9.67 ind/Ha a 702.8 m), la menor densidad se registró en el área WSW entre los ríos Tecolutla y Nautla (1.09 ind/Ha a 1,004.5 m) y en el área SSW muy cerca del río Tonalá (1.15 ind/Ha a 677.5 m) (Fig. 16b y 18).



**Figura 16.-** Valores de densidad ind/Ha de *S. sculpta* por estación de muestreo para a) otoño y b) verano.



**Figura 17.-** Mapa de densidad ind/Ha de *S. sculpta* por estación de muestreo en las porciones WNW y WSW en otoño.



## ESTRUCTURA DE TALLAS

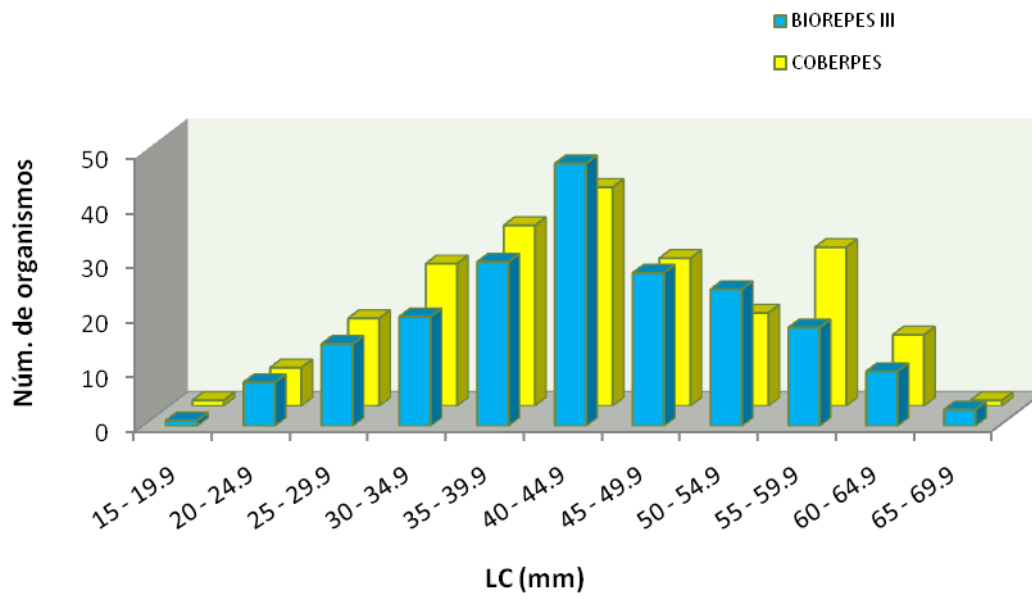
El intervalo de tallas de *S. sculpta* para ambos sexos se presentó entre 17.8 y 66.7 mm de LC en otoño y entre 18.1 y 64.1 mm en verano, con una media global de 43.4 mm y una moda de 26.8 mm. El intervalo de 40 a 44.9 mm de L.C. fue donde hubo mayor frecuencia de individuos, mientras que la menor frecuencia se presentó en el intervalo de 15 a 19.9 mm de LC (Fig. 19).

Las tallas en hembras variaron entre 17.8 y 66.7 mm de LC, con una media global de 44.4 mm y una moda de 46.4 mm. La mayor frecuencia de tallas se presentó en el intervalo de 45 a 49.9 mm de LC. Las hembras con presencia de espermátóforo tuvieron una media de 53.7 mm y una moda de 58 mm de LC. El intervalo de talla donde se encontró al mayor número de hembras con espermátóforo fue de 50 a 54.9 mm de LC. En contraposición, en el intervalo de 30 a 34.9 mm de LC se presentaron las mayores frecuencias de tallas para hembras con ausencia de espermátóforo, con una media de 37.6 mm y moda de 36.4 mm de LC. (Fig. 20a, 21a).

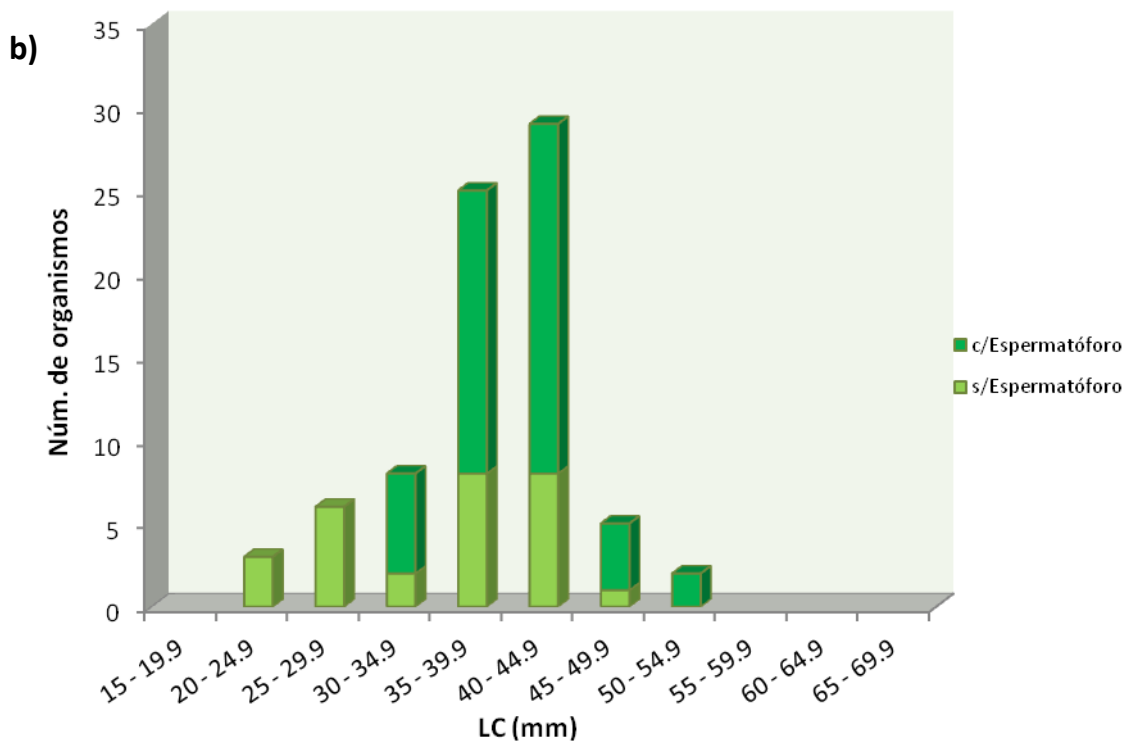
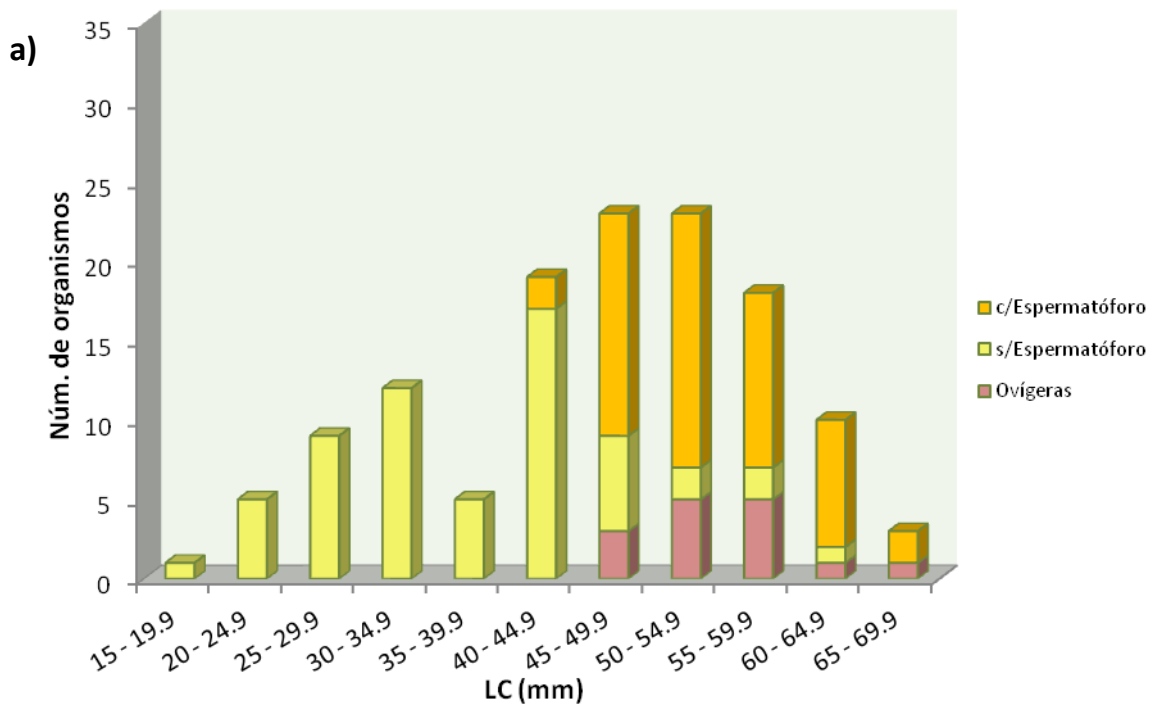
Las hembras ovígeras presentaron tallas entre 45.4 y 65.3 mm de LC, con una media de 56.4 mm de LC. El intervalo en el que se presentó la mayor frecuencia fue el de 55 a 59.9 mm (Fig. 20a, 21a).

Los machos presentaron tallas entre 20.3 a 61.9 mm de LC, con una media global de 38.6 mm y moda de 43 mm. Tanto para machos con presencia y ausencia de espermátóforo, la mayor frecuencia de tallas se presentó en el intervalo de 40 a 44.9 mm de L. C. La media y moda para los organismos con espermátóforo fue de 41 mm y de 41.2 mm de LC, respectivamente. La media para los machos sin espermátóforo fue de 34.3 mm de L. C. (Fig. 20b y 21b).

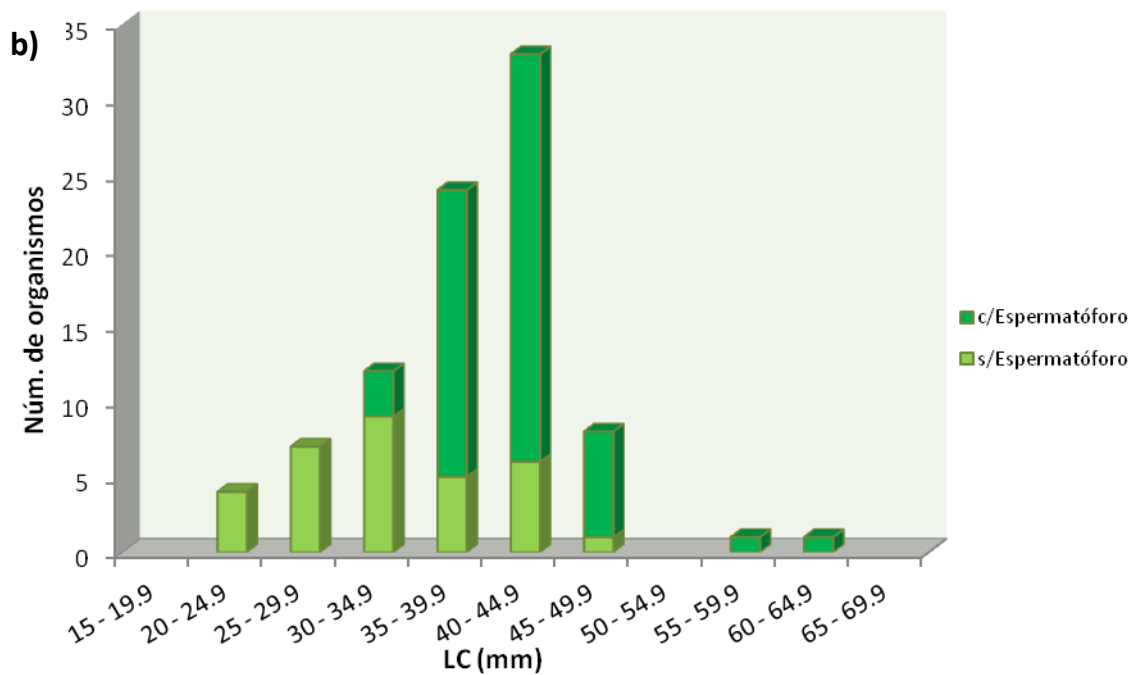
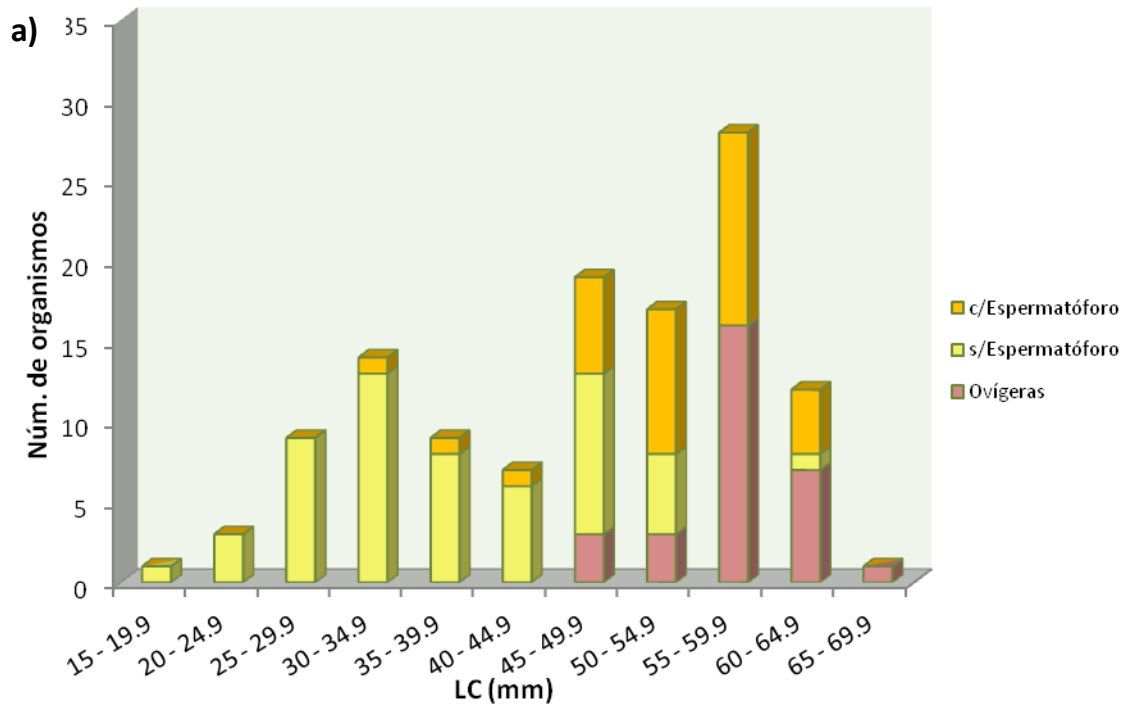




**Figura 19.-** Histograma de frecuencia de tallas de *S. sculpta* en otoño y verano



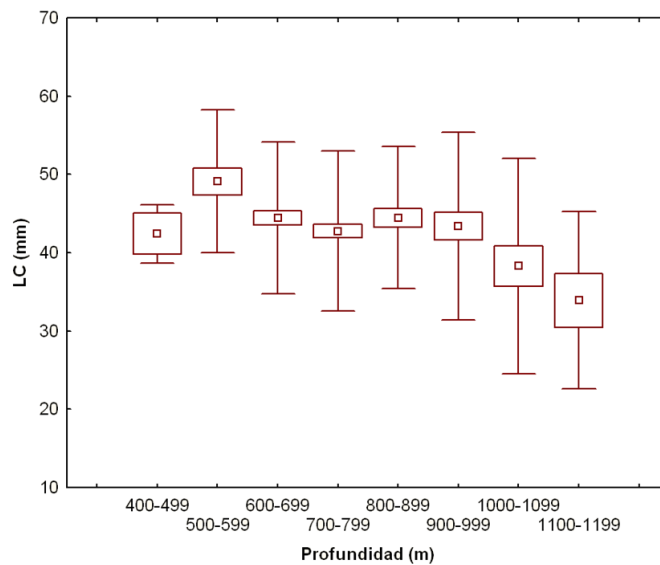
**Figura 20.-** Histograma de frecuencia de talla en a) hembras de *S. sculpta* con presencia y ausencia de espermatóforo, hembras ovíferas y b) machos con presencia y ausencia de espermatóforo en otoño.



**Figura 21.-** Histograma de frecuencia de talla en a) hembras de *S. sculpta* con presencia y ausencia de espermatóforo, hembras ovíferas y b) machos con presencia y ausencia de espermatóforo en verano.

## DISTRIBUCIÓN DE TALLAS CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD

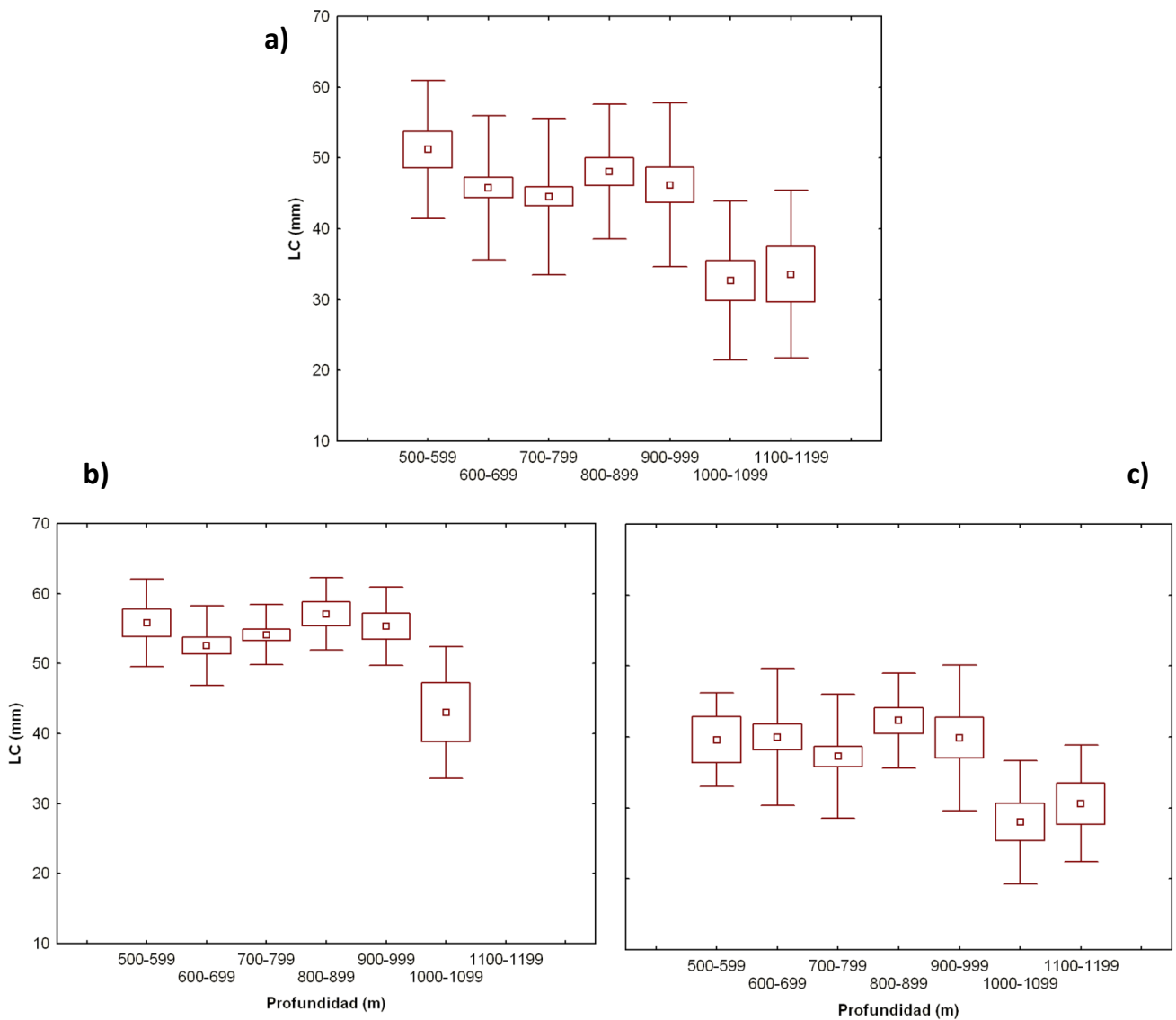
La composición de tallas tanto en verano como en otoño presentó diferencias significativas entre los estratos considerados en el intervalo de 400 a 1,200 m de profundidad ( $F_{(7; 408)} = 3.89$   $p < 0.05$ ). De acuerdo a la prueba de Tukey se presentaron diferencias entre las tallas grandes registradas en los estratos 500-599, 600-699 y 800-899 con las tallas más pequeñas observadas en los estratos de 1,000-1,099 y 1,100-1,199. En el ordenamiento global de tallas con respecto a la profundidad se observó un patrón de distribución en el cual las mayores tallas se presentan a menor profundidad y la talla media disminuye conforme aumenta la profundidad (Fig. 22).



**Figura 22.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del total de organismos colectados de *S. sculpta* para otoño y verano.

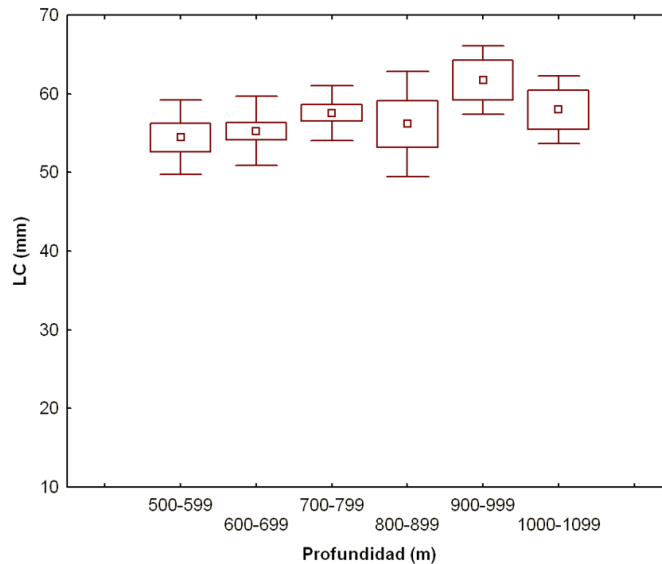
Al analizar los sexos por separado en otoño y verano, se observó que el total de hembras (Fig. 23a), tanto con presencia (Fig. 23b) y ausencia de espermatóforo (Fig. 23c), presentaron diferencias significativas de tallas registradas en los

diferentes estratos. En este caso también se observó que las tallas más pequeñas se encontraron a mayor profundidad y viceversa.



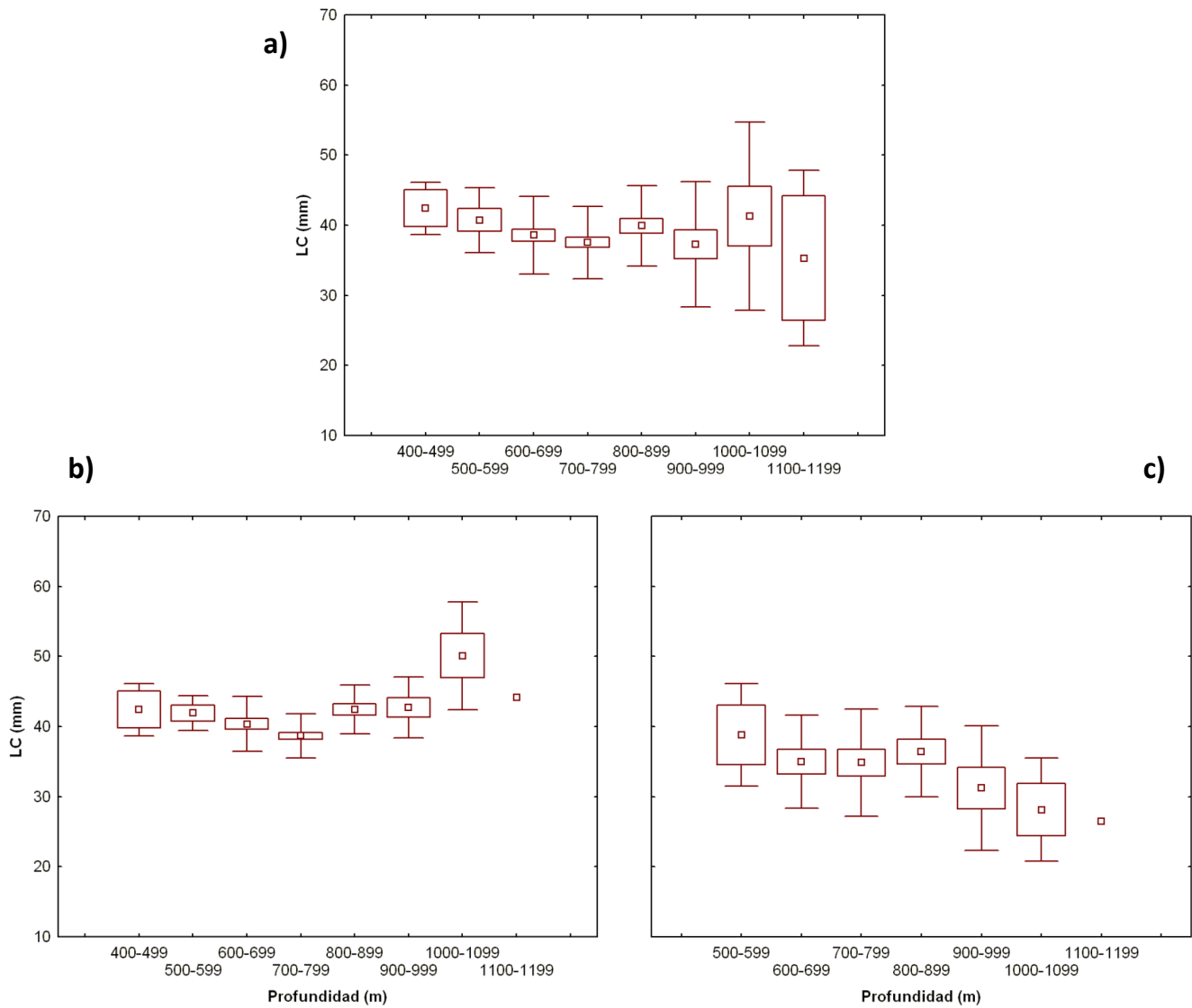
**Figura 23.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de hembras de *S. sculpta*, b) con presencia de espermatóforo y c) ausencia de espermatóforo para otoño y verano.

Las hembras ovígeras no presentaron diferencias significativas de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad ( $F_{(5; 39)} = 1.52$   $p > 0.05$ ) (Fig. 24).



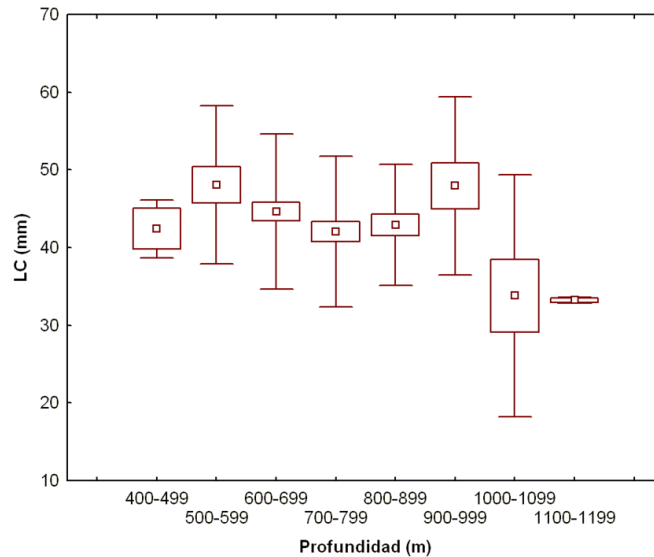
**Figura 24.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del hembras ovígeras de *S. sculpta* para otoño y verano.

Por otro lado, en el caso de los machos no se encontraron diferencias significativas de tallas con respecto a la profundidad en el total de machos ni en aquéllos con ausencia de espermatóforo ( $F_{(7; 160)} = 1.01$   $p > 0.05$  (Fig. 25a);  $F_{(6; 53)} = 1.32$   $p > 0.05$  (Fig. 25c). En el caso de machos con espermatóforo tuvieron diferencias significativas ( $F_{(7; 100)} = 7.6421$   $p < 0.05$ ) entre los estratos considerados (Fig. 25b). La prueba de Tukey mostró diferencias entre las tallas de los estratos de 500 a 999 m de profundidad y 1,000-1,099 que fueron mayores a las de este último estrato.



**Figura 25.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de machos de *S. sculpta*, b) con presencia de espermátforo y c) ausencia de espermátforo para otoño y verano.

De manera particular, en otoño se encontraron diferencias significativas entre los diferentes estratos. La prueba de Tukey mostró que en los estratos de 500 a 699 y 900-999 m de profundidad, donde se registraron las tallas mayores, fueron significativamente diferentes ( $F_{(7; 198)} = 3.05$   $p < 0.05$ ) al estrato de 1,000-1,099 en el que se incluían las tallas menores (Fig. 26).

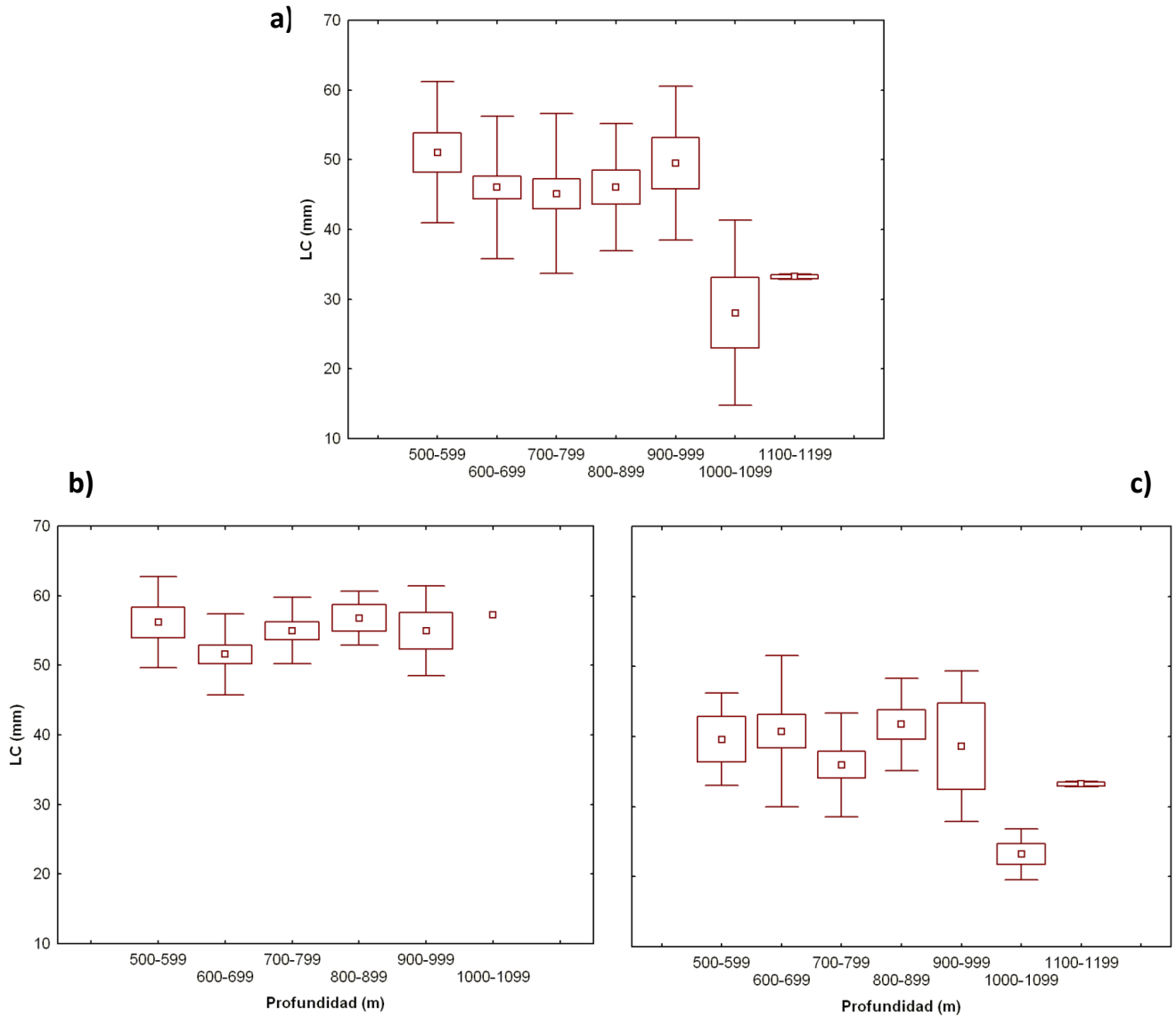


**Figura 26.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del total de organismos colectados de *S. sculpta* en otoño.

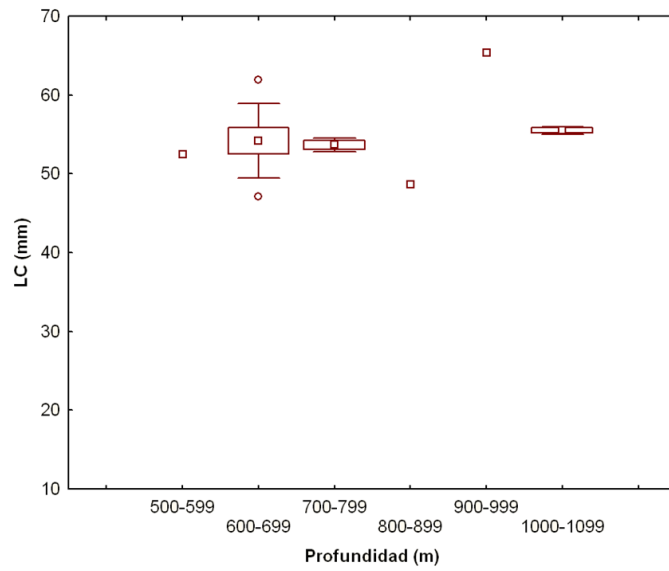
El análisis de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad por sexos mostró que en otoño el total de las hembras con tallas más grandes observadas en los intervalos de 500 a 999 m fueron significativamente diferentes ( $F_{(6, 106)} = 4.40$   $p < 0.05$ ) a las tallas más pequeñas registradas en el intervalo 1,000-1,099 m (Fig. 27a). Las hembras con presencia de espermátforo no presentaron diferencias significativas ( $F_{(5, 47)} = 1.34$   $p > 0.05$ ) (Fig. 27b). No obstante, las hembras sin espermátforo tuvieron diferencias significativas ( $F_{(6, 53)} = 3.97$   $p < 0.05$ ) (Fig. 27c); se observó que las tallas mayores están asociadas a los intervalos de profundidad de 600-699 y 800-899 m y las tallas menores en el intervalo de 1,000-1,099 m.

Las hembras ovígeras no presentaron diferencias significativas de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad ( $F_{(5, 9)} = 1.81$   $p > 0.05$ ) en otoño (Fig. 28). De igual manera, no se presentó diferencias significativas de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad tanto en el total machos como en aquéllos con presencia y ausencia de espermátforo ( $F_{(6, 71)} = 0.96$   $p > 0.05$ ) (Fig. 29a, b y c).

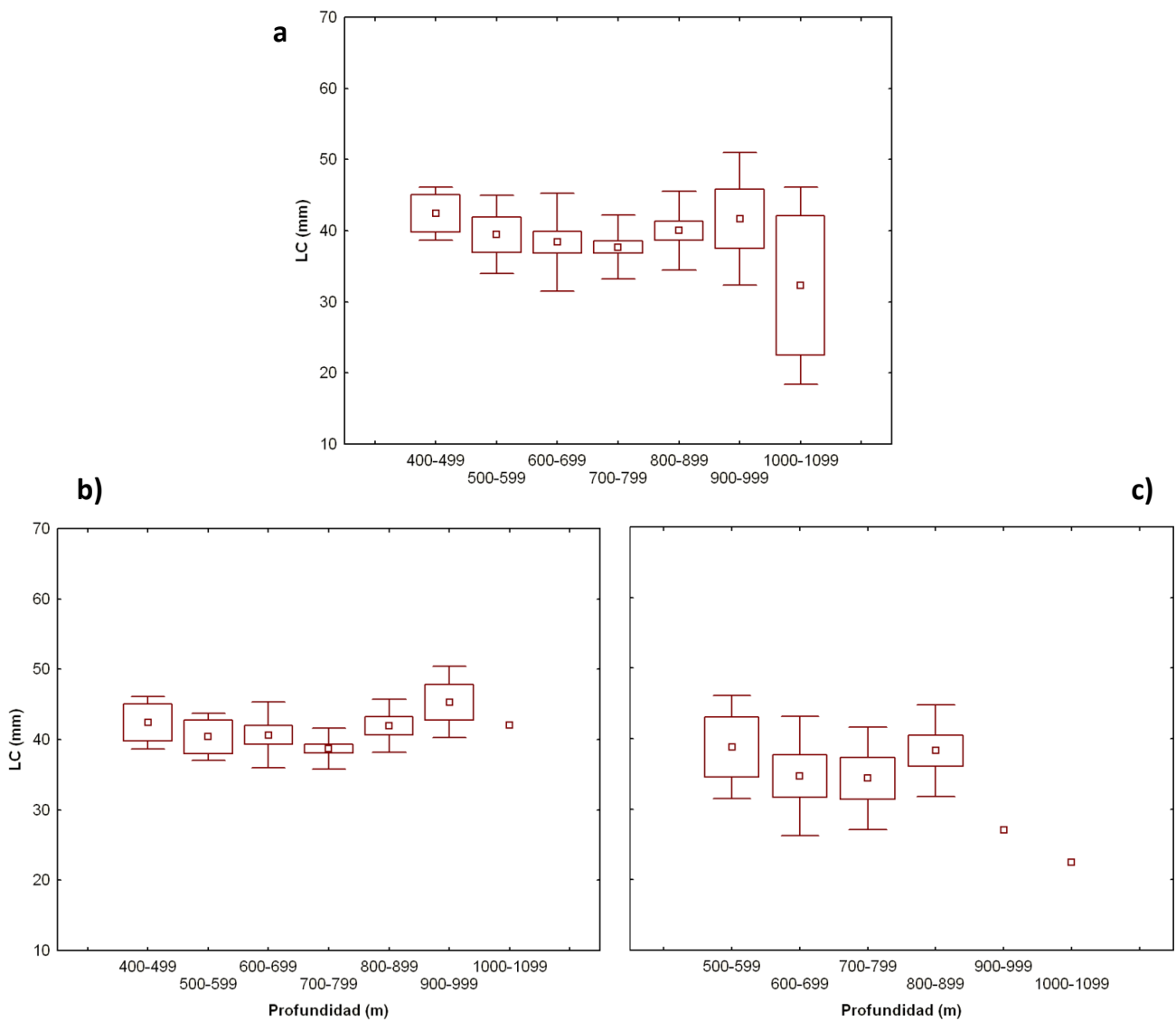




**Figura 27.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de hembras de *S. sculpta*, b) con presencia de espermátóforo y c) ausencia de espermátóforo en otoño.

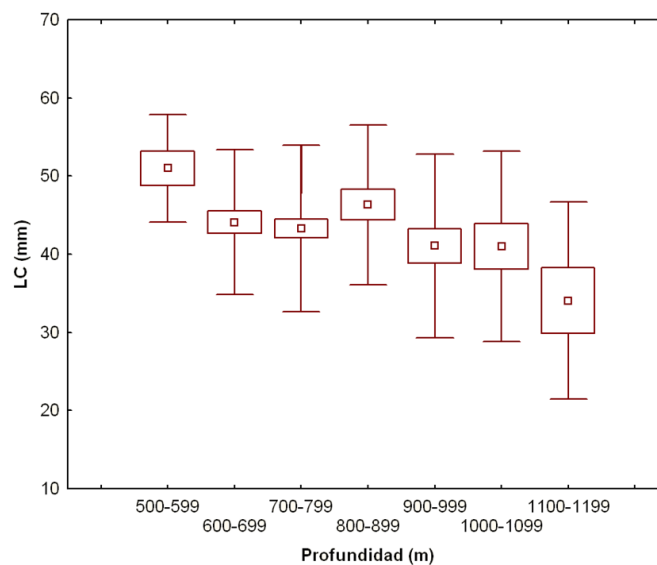


**Figura 28.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del total de hembras ovígeras de *S. sculpta* en otoño.



**Figura 29.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de machos de *S. sculpta*, b) con presencia de espermátóforo y c) ausencia de espermátóforo en otoño.

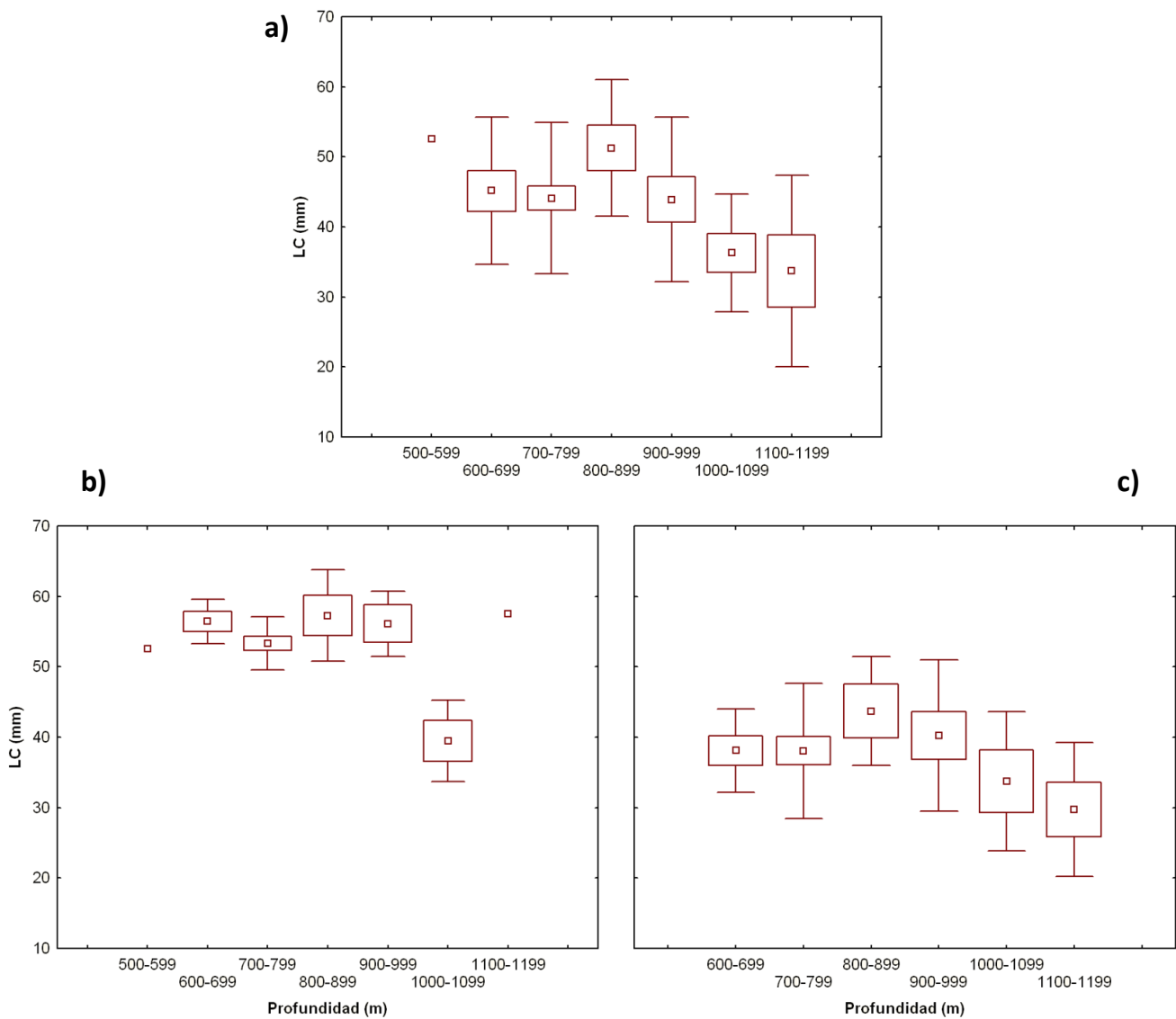
En verano, se observó una diferencia significativa de tallas entre los diferentes estratos de profundidad. De acuerdo a la prueba de Tukey los estratos de 500-599 y 800-899 m de profundidad fueron significativamente diferentes ( $F_{(6, 203)} = 2.78$   $p < 0.05$ ) a los intervalos de 1,100-1,199 m. En verano se presentó el mismo patrón de distribución que en otoño en el cual las tallas menores se encuentran a mayores profundidades y las tallas mayores se asocian a profundidades menores (Fig. 30).



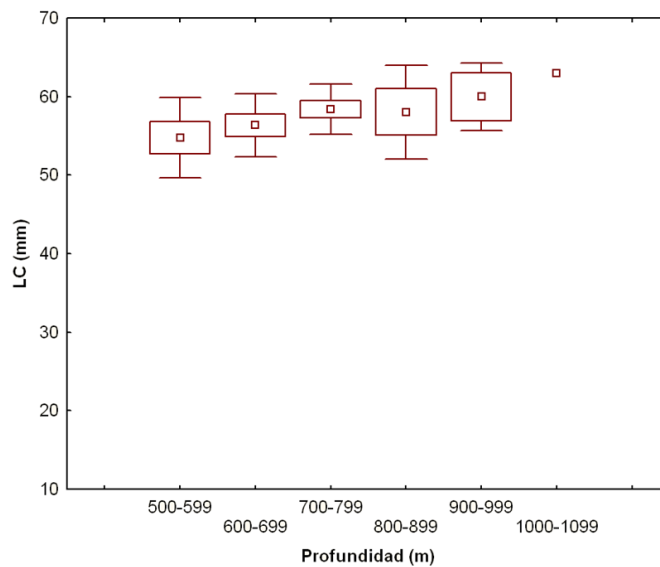
**Figura 30.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del total de organismos de *S. sculpta* colectados en verano.

El análisis de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad por sexos mostró que el total de hembras y hembras con espermatóforo registradas en verano, presentaron diferencia en la composición de tallas por estrato ( $F_{(6, 83)} = 2.57$   $p < 0.05$ ;  $F_{(6, 27)} = 7.62$   $p < 0.05$ ) (Fig. 31a y b). La prueba de Tukey señaló que las hembras presentes en el estrato 800-899 son significativamente mayores que las del estrato 1,100-1,199 m de profundidad. De igual manera las mayores tallas se ubicaron a menor profundidad y las tallas más pequeñas a

mayor profundidad. En hembras con ausencia de espermátforo y hembras ovígeras no presentaron diferencias significativas entre las tallas de los diferentes estratos ( $F_{(5; 24)} = 1.11 p > 0.05$  (Fig. 31c);  $F_{(5; 50)} = 1.55 p > 0.05$  (Fig. 32).

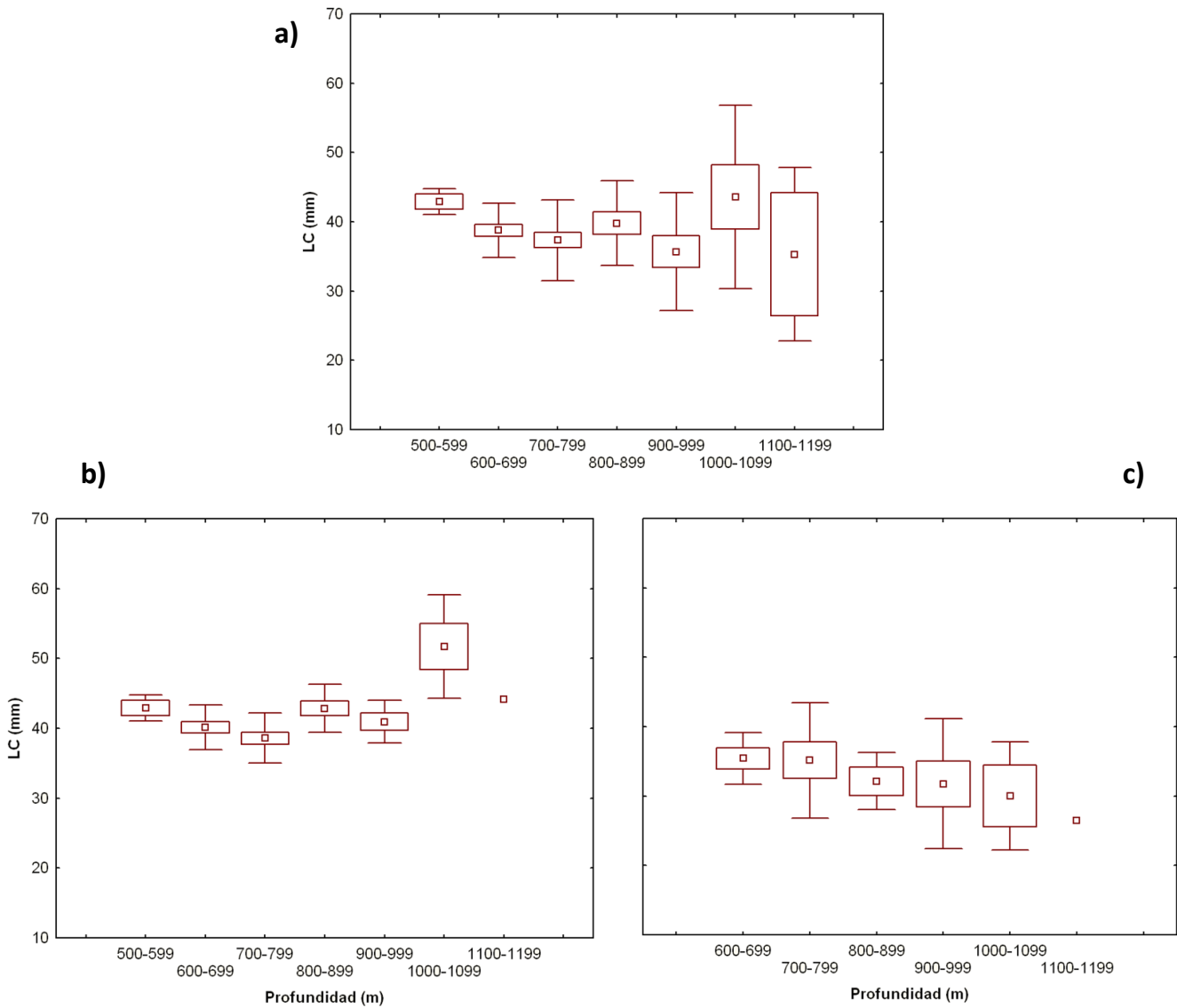


**Figura 31.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de hembras de *S. sculpta*, b) con presencia de espermátforo y c) ausencia de espermátforo en verano.



**Figura 32.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del total de hembras ovígeras de *S. sculpta* en verano.

Con respecto a los machos capturados en verano, solo en aquellos con espermatóforo presentaron diferencias significativas ( $F_{(6; 51)} = 8.44$   $p < 0.05$ ) de tallas con respecto a los diferentes estratos de profundidad (Fig. 33b). En este caso, se presentó un patrón inverso al registrado en los diferentes casos analizados, ya que las tallas más pequeñas se encontraron en menores profundidades y las más grandes a mayores profundidades



**Figura 33.-** Distribución de tallas respecto a la profundidad del a) total de machos de *S. sculpta*, b) con presencia de espermatóforo y c) ausencia de espermatóforo en verano.

## PROPORCIÓN SEXUAL

De los ejemplares colectados de *S. sculpta*, 248 fueron hembras (59.6%) y 168 machos (40.4%). En general, la proporción sexual de hembras y machos para otoño del 2008 y verano del 2009 se ajusta a la proporción sexual 1:1 ( $X^2 = 1.07$ ;  $p > 0,05$ ).

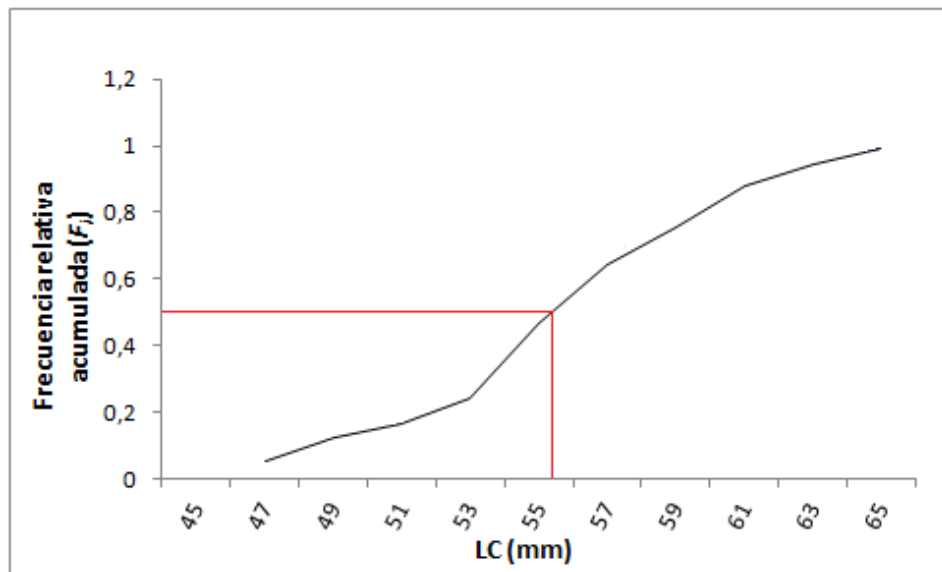
**Tabla 1.-** Número de organismos capturados y la proporción de sexos por campaña.

Campaña	Machos	Hembras	Hembras ovígeras	Total	Proporción (♂:♀)
otoño	78	113	15	206	1:1.6
verano	90	90	30	210	1:1.3
<b>Total</b>	168	203	45	416	1:1.4

De manera global, la proporción de organismos con presencia y ausencia de espermátforo se encuentra en una relación 1:1 ( $X^2 = 0.29$ ;  $p > 0,05$ ). En otoño, 53 hembras de *S. sculpta* presentaron espermátforo y 60 carecieron de éste. De los 78 machos colectados, 50 lo tuvieron y 28 no lo presentaron. En verano, de los 90 individuos colectados de cada sexo, 34 hembras presentaron espermátforo y 56 carecieron del mismo; en machos, 58 registraron espermátforo y 32 no lo presentaron.

## TALLA DE PRIMERA MADURACIÓN

La longitud promedio de primera maduración de hembras ovígeras de *S. sculpta* es de 55 mm de LC. Además, se observa que la talla mínima de maduración sexual en hembras es de 47 mm de LC (Fig. 34).



**Figura 34.-** Talla de primera madurez sexual en hembras ovígeras de *S. sculpta*. Frecuencia relativa acumulada ( $F_i$ ): cociente entre la frecuencia absoluta acumulada y el número total de datos  $N$  de hembras ovígeras de *S. sculpta*.



## VII. DISCUSIÓN

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA

A lo largo de la plataforma y talud continental *S. sculpta* la mayor concentración de individuos se encontró frente al río San Fernando (Tamaulipas) entre los 690 y 821 m de profundidad. Esta se sitúa en la parte este del talud continental del Golfo de México. También se encontró una gran concentración frente al río Coatzacoalcos (Veracruz) a una profundidad de 696 y 702 m abarcando la Bahía de Campeche.

En el sector SW del Golfo de México *S. sculpta* se distribuyó en un intervalo batimétrico de 400 a 1,156 m. Este intervalo queda comprendido en el reportado por Wenner (1979) para el oeste del Atlántico norte quien registró un rango batimétrico más amplio de 486 a 2,257 m de profundidad. Abelló y Cartes (1992) realizaron estudios en relación a la población de *S. sculpta* y *P. typhlops* para el oeste del mar Mediterráneo, los especímenes fueron colectados entre los 1,000 y 2,300 m de profundidad. En sus resultados establecen que *S. sculpta* se distribuye preferentemente de 981 a 2,253 m. Ahyong y Chan (2004), reporta para *S. sculpta* un intervalo de profundidad entre los 200 a 4,000 m en Taiwan. Sin embargo, estos datos no pueden ser totalmente comparables debido a las diferencias geográficas, geomorfológicas y patrones de salinidad, los cuales pueden influir en la distribución, abundancia y estructura poblacional de los organismos.

### DENSIDAD

En este estudio, se pudo observar que la mayor densidad promedio de *S. sculpta* en las porciones WNW y WSW se presentó en otoño del 2008 con 7.22 ind/ha ya que en el verano del 2009 en la porción SSW fue de 3.93 ind/ha. La densidad varió con respecto a la profundidad, tanto para otoño como en verano, las mayores densidades por estación de muestreo se presentaron en un intervalo de

690 a 765 m de profundidad localizadas frente a Laguna Madre en otoño y al río Coatzacoalcos en verano. Roberts (1977), reporta para *S. Sculpta* una disminución en la densidad con respecto a la profundidad de 394 ind/ha entre los 565 y 918 m, 343 ind/ha a 1,061 y 1,829 m, y de 88 ind/ha de 2,744 a 3,256 m de profundidad para el noreste del Golfo de México. Como sugieren Sardà y Cartes (1993), la disponibilidad de recursos alimenticios puede ser un factor por el cual se explique este patrón. Estos autores proponen que a los 690-765 m de profundidad podría ser que no exista mucha competencia por el alimento que estaría constituido de la materia orgánica proveniente de la desembocadura del río y de la laguna o de partículas de origen fotosintético provenientes de la superficie ya sea en forma de detrito, agregados de diatomeas y de heces fecales del zooplancton. Sin embargo, no presentan elementos adicionales para sustentar sólidamente esta aseveración. Lo más probable es que influyan varios factores que permitan que estas langostas sean exitosas en ese intervalo de profundidad, lo cual es motivo de estudios adicionales.

#### ESTRUCTURA DE TALLAS

Las tallas de *S. sculpta* fluctuaron entre 17.79 y 66.75 mm de LC ( $\bar{x}$  = 43.40 mm y una moda de 43 mm). La población muestreada dentro del Golfo de México presentó tallas de mayor tamaño a las registradas por Wenner (1979) y Abelló y Cartes (1992).

En el presente estudio, las hembras de *S. sculpta* alcanzan tallas más grandes que la de los machos. Las hembras registraron una talla mínima de 17.79 mm y una máxima de 66.75 mm de LC ( $\bar{x}$  = de 44.48 mm), mientras que los machos presentaron una mínima de 20.28 mm y una máxima de 61.87 mm de LC ( $\bar{x}$  = 38.61 mm). Abelló y Cartes (1992), señalan que las mayores tallas se presentan en hembras ovígeras, las cuales para este estudio registraron una mínima de 45.38 mm y una máxima de 65.33 mm de LC ( $\bar{x}$  = 56.40 mm).

Wenner (1972), resalta que el patrón de dimorfismo en la talla de muchos decápodos bentónicos está muy marcado, Abelló et al. (1988), sustentan el marcado dimorfismo de talla en *S. sculpta*.

#### RELACIÓN TALLA-PROFUNDIDAD

La composición de tallas de *S. sculpta* tanto en verano como en otoño presentó una tendencia negativa en la cual los organismos de tallas más pequeñas se encuentran a mayores profundidades y los que se asocian con profundidades menores son aquéllos que presentan tallas mayores.

Se presentaron diferencias significativas entre los estratos considerados en el intervalo de 400 a 1,156 m de profundidad ( $F_{(7; 408)} = 3.89$   $p < 0.05$ ). De acuerdo a la prueba de Tukey se presentaron diferencias entre las tallas grandes registradas en los estratos 500-599, 600-699 y 800-899 con las tallas más pequeñas observadas en los estratos de 1,000-1,099 y 1,100-1,199. Algunos autores (Stefanescu et al., 1993) señalan que una posible explicación para este patrón estaría relacionada con la presión trófica ejercida por peces depredadores de los poliquélidos; ya que la diversidad de peces disminuye con la profundidad y, de esta manera, se favorecería la supervivencia de las tallas pequeñas de crustáceos decápodos. Sin embargo, es conveniente destacar que es contrario al patrón general que varios crustáceos presentan en el cual los reclutas se establecen en profundidades comparativamente más someras.

Wenner (1979) y Abelló y Cartes (1992), reportan que las hembras ovígeras ascienden hacia aguas poco profundas por la incubación y eclosión de los huevos. Al parecer este comportamiento también se presenta para *S. sculpta* dentro del Golfo de México ya que existe una tendencia de encontrar las mayores tallas en estratos de poca profundidad.

## PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual es uno de los factores importantes dentro de las poblaciones (Nikolsky, 1963; Santamaría et al., 2003), en ocasiones la diferencia en el número de hembras y machos en determinadas circunstancias puede ser atribuido a la supervivencia diferencial de uno de los sexos o a la distribución diferencial de cada uno de ellos. En caso de *S. sculpta* la proporción sexual encontrada para todo el estudio fue de 1:1, lo cual sugiere que esta población está en equilibrio sexual. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Wenner (1979) y Abelló y Cartes (1992) donde la proporción sexual no difiere significativamente de 1:1.

## TALLA DE PRIMERA MADURACIÓN

Para este estudio, las hembras se encuentran sexualmente maduras a partir de una talla mínima de 47 mm de LC. Estos datos se asemejan a los obtenidos por Wenner (1979) quien registra una madurez sexual a partir de los 45 mm de LC. Abelló y Cartes (1992), reportan hembras con espermátforo desde 19 mm de LC lo cual sugiere que posiblemente ya estuvieran sexualmente activas, y hembras ovígeras desde 24 mm que obviamente ya alcanzaron la madurez sexual.

No se aprecia de forma clara una temporada de desove definida a pesar de que en agosto del 2009 se presentó el doble del número de hembras ovígeras en comparación con noviembre del 2008. Aunque a partir de estos datos se pudiera suponer que el máximo de reproducción es en verano, es necesario realizar estudios a lo largo del año para corroborar esto. Sin embargo, los organismos con presencia y ausencia de espermátforo no difieren en gran cantidad (57.7% y 42.3%), lo que podría indicar que se reproducen durante todo el año (Squires, 1965).

Es de destacar, que para el Golfo de México no existen estudios de distribución, taxonomía y ecología de la especie *S. sculpta*, sólo se cuenta con datos aislados en otros continentes sobre la composición taxonómica de la familia Polychelidae.

El presente trabajo aportó información sobre distribución, abundancia y aspectos poblacionales de *S. sculpta* para que en un futuro se realicen más estudios acerca de la especie y de este modo, si es viable, planificar una pesquería potencial para su aprovechamiento en el Golfo de México.

## VIII. CONCLUSIONES

- La distribución batimétrica a lo largo de la plataforma y talud continental del Golfo de México se presentó entre los 400 a 1,156m de profundidad.
- *Stereomastis sculpta* presentó mayor abundancia frente a los ríos San Fernando (Tamaulipas) y Coatzacoalcos (Veracruz) entre 690 a 821 m de profundidad.
- La talla máxima para hembras fue de 66.75 mm de LC y para machos de 61.87 mm de LC las cuales son las mayores tallas registradas para la especie.
- La talla mínima de madurez sexual para hembras ovígeras fue de 47 mm de LC y la talla promedio de maduración sexual fue de 55 mm de LC.
- *Stereomastis sculpta* presenta un patrón de distribución de tallas inversamente relacionado con la profundidad, las tallas mayores generalmente se encuentran a menor profundidad y viceversa.
- Con base en la presencia y ausencia de espermatófoto en los organismos se sugiere que *S. sculpta* se reproduce durante todo el año con un posible máximo en verano.

## REFERENCIAS

- Abelló P. & J. E. Cartes. 1992. Population characteristics of the deep-sea lobsters *Polycheles typhlops* and *Stereomastis sculpta* (Decapoda: Polychelidae) in a bathyal mud community of the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 114, 109-117.
- Abelló, P., F. Valladares & A. Castellón. 1988. Analysis of the structure of decapod crustacean assemblages of the Catalan coast (North-West Mediterranean). *Marine Biology*, 98, 39-49.
- Ahyong, S. T. 2009. The polychelidan lobsters: Phylogeny and systematic (Polychelida: Polychelidae). *In*: Martin, J. W., K. A. Crandall & D. L. Felder (eds). *Crustacean Issues 18: Decapod Crustacean Phylogenetics*. Taylor & Francis/CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 369-396.
- Ahyong S. T. & T. Y. Chan, 2004. Polychelid lobsters of Taiwan (Decapoda: Polychelidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 52(1): 171-182.
- Antoine, J. M. 1972. Structure of the Gulf of Mexico: *In* Rezak, R. and V. J. Henry (eds.), *Contribution in the Geological and Geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Publishing Company, Houston, pp. 1-34.
- Begon, M., M. Mortimer & D. Thompson. 1996. *Population ecology. A unified study of animals and plants*. Blackwell science, Liverpool, Inglaterra.
- Bougney, A. S. 1973. *Ecology of populations*. MacMillan, Nueva York, EUA.
- Bouma, H. A. 1972. Distribution of sediments and sedimentary structures in the Gulf of Mexico. *In*: Rezak, R. and V. J. Henry (eds.). *Contribution in the Geological and Geophysical Oceanography of the Gulf of Mexico*. Gulf Publishing Company, Houston, pp. 35-65.

Bryant, W. R., J. W. Antoine, M. Ewing & B. Jones. 1968. Structure of Mexican continental shelf and slope, Gulf of Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52:1204-1228

Bryant, W. R., J. Lugo, C. Cordova, & A. Salvador. 1991. Physiography and bathymetry. *In*: Salvador, A. (edi.). *The Gulf of Mexico Basin*: Boulder, Colorado, Geological Society of America, *The Geology of North America*, v. J., p. 13-30.

Canavos, G. 1992. *Probabilidad y Estadística*, Editorial McGraw-Hill.

Cartes, J. E. & P. Abelló, 1992. Comparative feeding habits of polychelid lobsters in the Western Mediterranean deep-sea communities. *Marine Ecology Progress Series*, Halstenbek, 84 (2): 139-150.

Chan, T. Y. 2010. Annotated checklist of the world's marine lobsters (Crustacea: Decapoda: Astacidea, Glypheidea, Achelata, Polychelida). *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 23: 153-181.

De Grave, S., N. D. Pentcheff, S. Ahyong, T. Chan, K. Crandall, P. Dworschak, D. Felder, R. Feldmann, C. Fransen, L. Goulding, R. Lemaitre, M. Low, J. Martin, P. Ng, C. Schweitzer, S. Tan, D. Tshudy & R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapods crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 21: 12-109.

De Man, J. G. 1916. Eryonidae, Palinuridae, Scyllaridae and Nephropsidae. *SibogaExpéditie Monographie* 23:1-122.

Ebenman, B & L. Persson. 1988. *Size-structured populations*. Springer-Verlag, Berlín, Alemania.

Escobar, B. E., C. A. Gaytan & P. Legendre. 2008. Epibenthic megacrustaceans from the continental margin, slope and abyssal plain of the Southwestern Gulf



of Mexico: Factors responsible for variability in species composition and diversity. *Deep-Sea Research*, 55: 2667-2678.

Felder, D. L., F. Álvarez, J. Goy & R. Lemaitre. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with Comments on the Amphionidacea. *In*: Felder, D. L., & D. K. Camp, (eds.). 2009. *Gulf of Mexico-Origins, Waters, and Biota*. Volume 1. Biodiversity. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 1393 pp.

Firth, R. W., Jr., & W. E. Pequegnat. 1971. Deep-sea lobsters of the families Polychelidae and Nephrophidae (Crustacea, Decapoda) in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Texas A&M Research Foundation Reference*, 71-11T, College Station, 106 p.

Galil, B. S. 2000. Crustacea Decapoda: Review of the genera and species of the family Polychelidae Wood-Mason, 1874. *In*: A. Crosnier (ed.), *Résultats des Campagnes Musorstom*, Volume. 21. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 184: 285-387.

Gaytan-Caballero, A. 2005. Estructura comunitaria de los megacrústáceos (órdenes Lophogastrida, Isopoda y Decapoda) del sur del Golfo de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 75 pp.

Hewitt, G. M. & R. Bultin. 1997. Causes and consequences of population structure. pp. 350-373. *En* Krebs, J. R. & N. B. Davies (eds.). *Behavioural ecology*. Blackwell science publishing, Cambridge, Inglaterra.

Kemp, S. & R. Sewell. 1912. Notes on Decapoda in the Indian Museum III. The species obtained by R.I.M.S.S. "Investigator" during the Survey Season, 1910-1911. *Records of the Indian Museum*, 7:15-32.

Klima, E. F. 1976. An assessment of the fish stocks and fisheries of the Campeche Bank. WECAF Studies., (5): 24 pp.

Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harla, México.

Monreal-Gómez, M. A., D. A. Salas-de-León, & H. Velasco-Mendoza. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. In: Caso, M., I. Pisanty & E. Ezcurra, (eds.), Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. México: Hart Research Institute for Gulf of Mexico Studies, pp. 47-68.

Nikolsky, G. 1963. The ecology of fishes. Academic, Londres. 352 p. En: Lucano R., Ruiz R., & Rojo V. 2005. Biología reproductiva de *Prionotus ruscarius* (Pisces: Triglidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. Rev. Digital Univ. 6: 1067–1079.

Rabalais, N., N. Turner, D. Justic, Q. Dortch & W. Wiseman. 1999. Characterization of Hypoxia: Topic 1 report for the integrated assessment on hypoxia in the Gulf of Mexico. Silver Spring (MD): NOAA Coastal Ocean Office. Decision Analysis Series no. 15.

Ramírez, F. M. 1988. Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos (Orden: Decapoda) en el Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 95.

Ricklefs, R. E. & G. Miller. 2000. Ecology. W. H. Freeman and Company, Nueva York. 282 pp.

Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. U. S. Fishery Bulletin, 97: 570-580.

Roberts T. W. 1977. An analysis of deep-sea benthic communities in the northeast Gulf of Mexico. Texas A&M University College Station, 270 p. *In*: Wenner, L. E. 1979. Some aspects of the biology of deep-sea lobsters of the family polychelidae (Crustacea, Decapoda) from the western north Atlantic. Fishery Bulletin: Vol. 77, No. 2.

Roberts, H. H., R. A. McBride & J. Coleman. 1999. Outer shelf and slope geology of the Gulf of Mexico: an overview. *In*: Kumpf, H., D. Steidinger & K. Sherman, (eds.). The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, Sustainability, and Management. Blackwell Science, Berlin, pp. 205-234.

Sala, E., O. Aburto, M. Reza, G. Paredes, & L. Lopez. 2004. Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. *Fisheries* 29: 19–25.

Salas de León, D. & M. A. Monreal. 1997. Mareas de circulación residual en el Golfo de México. Contribución a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. Unión de Geofísica Mexicana. pp. 201-223.

Santamaría, M. A., E. Garay, V. Fuerte & R. Herrera. 2003a. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, 51: 489-502. *En*: L. Ramírez, R. Ramírez & R. Vázquez. 2005. Biología reproductiva de *Prionotus ruscarius* (Pisces: Triglidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. *Revista Digital Universitaria*, 6: 1067–1079.

Sardà F. & J. Cartes. 1993. Relationship between size and depth in decapod crustacean populations on the deep slope in the Western Mediterranean. *Deep-Sea Research* Vol. 40 (11-12): 2398-2400.

Smith, L. R. & T. M. Smith. 2001. *Ecología*. Pearson Addison Wesley, Madrid. 642 pp.

Sparre, P. & C. Siebren. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual. FAO. Documento Técnico de Pesca Número 306/1, Rev. 2,420 p.

Squires, H. J. 1965. Decapod crustaceans of Newfoundland, Labrador and the Canadian eastern Arctic. Fisheries Research Board of Canada. Manuscript Reports Series, 810, 212 p.

Stefanescu C., D. Lloris & D. Rucabado. 1993. Deep-sea fish assemblages in the Catalan Sea Western Mediterranean below a depth of 1000 m. Deep-sea Research, 40, 695-707.

Wenner, A. M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. American Naturalist, 106: 321-350.

Wenner, L., E. 1979. Some aspects of the biology of deep-sea lobsters of the family polychelidae (Crustacea, Decapoda) from the western north Atlantic. Fishery Bulletin: Vol. 77, No. 2.