



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Aspectos reproductivos de *Glyphocrangon aculeata* A.
Milne-Edwards, 1881 (Crustacea: Glyphocrangonidae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

BARRERA DÍAZ ISABEL CATALINA



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ANA ROSA VÁZQUEZ BADER

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2022



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.

Hoja de datos del Jurado

1. Datos del alumno

Barrera
Díaz
Isabel Catalina
5547783198
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
313122026

2. Datos del asesor

Dra.
Vázquez
Bader
Ana Rosa

3. Datos del sinodal 1

Dra.
Briones
Fourzán
Patricia Dolores

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Villalobos
Hiriart
José Luis

5. Datos del sinodal 3

Dr.
Cházaro
Olvera
Sergio

6. Datos del sinodal 4

Dra.
Hermoso
Salazar
Ana Margarita

7. Datos del trabajo escrito

Aspectos reproductivos de *Glyphocrangon aculeata* A. Milne-Edwards, 1881 (Crustacea: Glyphocrangonidae)
58 pp.
2022

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Ciencias por darme la oportunidad de tener una educación universitaria y enseñarme lo bonito que es la biología.

A mi familia que me alentó a no rendirme. A mis padres, en especial a mi mamá Isabel quien me ha acompañado a lo largo de este camino; desde llevarme a la escuela, a las prácticas de campo y recogerme cuando ya no podía de tanto cansancio. Gracias a ti mamá porque me has enseñado que con esfuerzo y dedicación todo se puede. A mi hermano Fernando y a mi abuelita Isabel quienes me hicieron compañía durante este trayecto y me animaron.

A mi tutora, la Dra. Ana Rosa Vázquez Bader por ser mi guía, resolver todas mis dudas y sobre todo por la paciencia y amabilidad que siempre me mostró. Igualmente, agradezco al Dr. Adolfo Gracias Gasca por darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto y por todas sus enseñanzas.

A mis sinodales, la Dra. Patricia Briones, el Dr. Sergio Cházaro, el Dr. José Luis Villalobos y la Dra. Margarita Hermoso por sus observaciones y paciencia.

A mi mejor amiga de toda la vida Vero por su apoyo incondicional. A mis amigos de la carrera Ara, Isaac, Bren, Juanjo, Susy, Ric, Miguel sin ellos no hubiera sobrevivido a los trabajos en equipo o a las noches interminables. Compartimos tantas risas que llegué a llorar. Todos esos momentos los llevaré conmigo por siempre.

A todas aquellas personas que participaron en los muestreos de las campañas COBERPES y SOGOM a bordo del B/O Justo Sierra.

A Magaly, Linda y Sandra por sus consejos, su apoyo y observaciones. Además de que las risas en el laboratorio nunca faltaron.

“Un poco más de persistencia, un poco más de esfuerzo, y lo que parecía irremediamente un fracaso puede convertirse en un éxito glorioso”
Elbert Hubbard

Índice

Resumen.....	1
I. Introducción.....	2
II. Antecedentes	6
III. Justificación	7
IV. Objetivos.....	7
Objetivo general	7
Objetivos particulares	7
V. Área de estudio	8
VI. Material y Métodos	10
Trabajo de campo	10
Trabajo de laboratorio	12
VII. Resultados	18
Distribución espacial y batimétrica de <i>G. aculeata</i>	18
Abundancia de <i>G. aculeata</i>	19
Abundancia de hembras ovígeras por periodo climático	20
Estructura de tallas de <i>G. aculeata</i>	23
Hembras no ovígeras.....	24
Machos	26
Relaciones biométricas de las hembras ovígeras	28
Análisis de tallas de Hembras ovígeras	30
Distribución de tallas y peso por periodo climático.....	32
Aspectos reproductivos.....	33
Fecundidad.....	33
Masa ovígera.....	37
Estadio de los huevos	41
Volumen del huevo	46
VIII. Discusión	51
IX. Conclusiones.....	56
X. Literatura citada.....	57

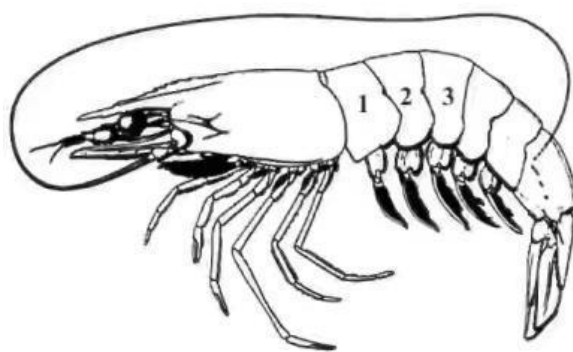
Resumen

Se analizó la densidad, distribución espacial y batimétrica de *Glyphocrangon aculeata* en el sur del Golfo de México, tres periodos climáticos, primavera, verano y otoño. Se capturó un total de 250 organismos en seis campañas oceanográficas: 29 machos y 221 hembras, de las cuales 161 fueron hembras ovígeras. Las mayores densidades de *G. aculeata* se observaron en el sector SSW, frente al Río Coatzacoalcos, Veracruz. Las hembras ovígeras presentaron un intervalo de longitud de cefalotórax de 20.47-29.99 mm, las más pequeñas se colectaron a mayor profundidad. Se analizó el peso de la masa ovígera, el número, estadio y volumen de los huevos de *G. aculeata* del Golfo de México. El número de huevos varió en un intervalo de 7–102 con una media de 41.49 ± 18.44 huevos y mostró una relación lineal positiva con la longitud de cefalotórax (LC) y el peso (W). El peso de la masa ovígera presentó un intervalo de 0.0089-1.58 g con una media de 0.55 ± 0.27 g, y mostró una correlación positiva con la longitud de cefalotórax (LC) y el peso (W). El volumen del huevo presentó un incremento relacionado con el estadio y un menor volumen conforme al aumento de la profundidad. No se observaron diferencias en el volumen de los huevos entre los periodos climáticos. Los datos obtenidos son los primeros relacionados con la fecundidad de *G. aculeata* en la región de estudio.

I. Introducción

Generalidades de los camarones del Infraorden Caridea

Dentro del Orden Decapoda (Crustacea: Eucarida), los organismos con forma de camarón pertenecen a los subórdenes Dendrobranchiata y Pleocyemata (Infraorden Caridea). Los camarones dendrobranquiados presentan branquias de forma dendrítica, las hembras no retienen los huevos en los pleópodos y el desarrollo larvario inicia en la larva nauplio y cuenta con un mayor número de estadios; mientras que en los Pleocyemata el patrón corporal de camarón se agrupa en tres infraórdenes Stenopodidea, Procaridoidea y Caridea, de los cuales resalta el tercer infraorden por ser el de mayor riqueza de familias, géneros y especies, y sus representantes se distribuyen por todo el planeta. Los camarones carideos presentan filobranquias, las hembras retienen los huevos fecundados entre las setas de los apéndices abdominales o pleópodos y el desarrollo larvario es abreviado e inicia en una larva zoea (posterior a la nauplio). Otra característica para diferenciar estos dos grupos de camarones es la posición de las somitas abdominales, en los carideos la placa lateral o pleura de la segunda somita se sobrepone a las pleuras de la primera y tercera somitas, mientras que en peneidos no se presenta esta sobreposición, sino que las pleuras van imbricadas desde la primera somita hasta la sexta (Figs. 1a, 1b y 2) (Bauer, 2004).



a)

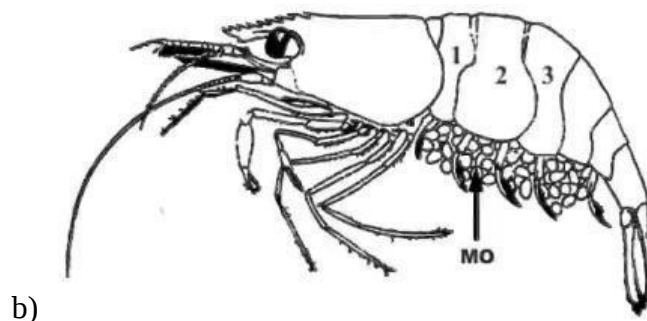


Figura 1. a) Dendrobranchiata, b) Caridea; 1, 2 y 3= segmento abdominal y MO= masa ovígera (Tomado de Bauer, 2004).



Figura 2. Masa ovígera de *Glyphocrangon*.

Los camarones carideos son uno de los grupos más diversos dentro del Suborden Pleocyemata, ocupan el segundo lugar en diversidad después del Orden de los Brachyura (De Grave *et al.*, 2009). En la actualidad se reconocen al menos 3,400 especies descritas de carideos, en comparación con los camarones dendrobranquiados con alrededor de 740 especies en todo el mundo (De Grave y Fransen, 2011). Ambos grupos de camarones decápodos son importantes en la aportación de biomasa a la cadena trófica; además de que varias especies son objeto de pesquerías importantes en zonas tropicales, templadas y frías, principalmente en los océanos Atlántico y Pacífico (Bauer, 2004).

Los carideos en general, se caracterizan por ocupar una gran diversidad de hábitats. Se distribuyen en zonas neríticas, pelágicas, en estuarios, lagunas, ríos, zonas rocosas y arrecifes

coralinos en todas las latitudes de polo a polo y en un intervalo batimétrico muy amplio. Pueden ser pelágicos, bentopelágicos, simbiontes, habitar dentro del sedimento y en galerías. En particular destacan sus hábitos de limpieza y simbiosis con otros crustáceos e incluso con otros organismos de otros phyla (Bauer, 2004).

Los carideos también presentan una gran diversidad en sistemas sexuales y tipos de reproducción, por lo que el infraorden ha sido objeto de un gran número de estudios sobre estos aspectos (Li *et al.*, 2011). Los tipos de reproducción comprenden desde el más común, gonocóricos (individuos con sexo separado toda su vida) a diferentes tipos de hermafroditismo protándrico (individuos que cambian de sexo), para el cual algunos autores señalan cinco variantes (Correa y Thiel, 2003). Sin embargo, Baeza (2018) menciona un tipo más dentro de la reproducción hermafrodita protándrica.

En general, las hembras de los carideos son receptivas al apareamiento durante la intermuda en un periodo corto (30 min a casi tres días), dependiendo de la duración del ciclo reproductivo (semanas a meses) y los machos las detectan mediante señales quimiotáctiles, Correa y Thiel (2003) describen los diferentes tipos de apareamiento en varias especies de carideos.

Varios estudios sobre fecundidad en decápodos carideos han demostrado que existe una relación lineal entre la talla de las hembras y la masa ovígera (Li *et al.*, 2011), por lo que ésta se ha considerado como un determinante de la fecundidad. La fecundidad y la frecuencia en el desove están relacionadas con la historia de vida de cada especie y son elementos importantes en la ecología de poblaciones y en la historia de vida de cualquier especie (Corey y Reid, 1991; Oh y Hartnoll, 2004).

Aspectos generales de *Glyphocrangon*

Glyphocrangon A. Milne-Edwards 1881 es el único género dentro de la familia Glyphocrangonidae (Decapoda: Caridea). Se conocen alrededor de 89 especies en todo el mundo (De Grave y Fransen, 2011; Komai, 2011). En todo el Golfo de México se distribuyen

siete especies, de las cuales cinco se han registrado en la parte sur: *Glyphocrangon aculeata* A. Milne-Edwards, 1881, *G. alispina* Chace, 1939, *G. longleyi* Schmitt, 1931, *G. haematonotus* Holthuis, 1971 y *G. spinicauda* A. Milne-Edwards, 1881 (Felder *et al.*, 2009; Vázquez-Bader y Gracia, 2013; 2021).

La especie *G. aculeata* tiene una distribución amplia en el Atlántico Oeste, Carolina del Norte y Sur, Florida (Holthuis, 1971); Golfo de México (Felder *et al.*, 2009; Vázquez-Bader y Gracia 2013, 2021); Mar Caribe, Colombia (Holthuis, 1971); noroeste de Brasil (Alves-Junior *et al.*, 2017). Esta especie destaca por ser un componente abundante y frecuente en los muestreos realizados en el talud continental del sur del Golfo de México (Tamaulipas a Quintana Roo) (Vázquez-Bader y Gracia, 2013, 2021).

En la presente tesis se complementa la información existente en estudios previos sobre la densidad, distribución y estructura de tallas. Se proporciona información por primera vez sobre fecundidad de la especie, ya que hasta la fecha no existe información sobre sus aspectos reproductivos. La información sobre la fecundidad es considerada esencial en estudios de impacto ambiental, manejo de pesquerías y evaluación del potencial de ciertas especies para la acuicultura (Mantelatto y Fransozo, 1997).

II. Antecedentes

La literatura sobre la biología reproductiva en carideos es vasta, en particular en especies de importancia económica. Yang *et al.* (2018) analizan aspectos reproductivos del camarón comercial de profundidad *Heterocarpus woodmasoni*. Existen también otros estudios en América del Sur y Centroamérica: en Brasil, Zimmermann *et al.* (2015) analizan la reproducción de *Leander paulensis*; Echeverría-Sáenz y Nelson (2011) abordan la fecundidad en *Heterocarpus vicarius* en Costa Rica. Corey (1987) compara aspectos morfométricos y gravimétricos de las familias Crangonidae y Glyphocrangonidae. Un estudio reciente sobre tipos de reproducción en carideos es el de Baeza (2018). Entre algunas de las investigaciones realizadas en México sobre carideos, cabe mencionar la de Briones-Fourzán *et al.* (2010), en la cual mencionan algunos aspectos reproductivos de *Heterocarpus ensifer* en la península de Yucatán. Martínez y Romero (2017) describen la estructura de la población y algunos rasgos reproductivos de *Urocaris longicaudata* en la Laguna de Términos, Campeche.

En particular, para el género *Glyphocrangon*, son pocos los estudios sobre reproducción. Dobkin (1965) reporta por primera vez, la primera y segunda larva de *G. spinicauda*; Wenner (1978) aporta información acerca de la distribución, reproducción, alimento y parásitos de *G. sculpta* y *G. longirostris*; Quiroga y Soto (1997) analizan la fecundidad de *G. alata* en la parte norte de Chile y Benjamin *et al.* (2019) analizan aspectos reproductivos en *G. investigatoris* en el océano Índico.

Los antecedentes de *G. aculeata* se refieren principalmente a aspectos taxonómicos, de abundancia y distribución (Alves-Júnior *et al.* 2017; Komai, 2004; Vázquez-Bader y Gracia, 2013, 2021).

III. Justificación

A pesar de que *G. aculeata* es un componente abundante y frecuente en la megafauna del mar profundo, poco se conoce acerca de su biología. El presente estudio pretende proporcionar información acerca de la fecundidad y biología de esta especie, la cual podrá servir de base para otros estudios.

IV. Objetivos

Objetivo general

- Analizar algunos aspectos de la biología reproductiva de *G. aculeata*.

Objetivos particulares

- Analizar la abundancia, distribución espacial, batimétrica y climática por sexo de *G. aculeata*.
- Analizar la distribución de tallas por sexo de *G. aculeata* con respecto al periodo climático y a la profundidad.
- Determinar algunas características de la fecundidad de *G. aculeata* (número de huevos, estadio de desarrollo, peso y volumen) y su relación con la profundidad y período climático.
- Analizar las relaciones entre el número de huevos y el peso de la masa ovígera con respecto al peso del organismo y longitud del cefalotórax.

V. Área de estudio

El Golfo de México es una cuenca semicerrada, ubicada entre los 18° y 30° latitud Norte y 82° y 96° longitud Oeste. Tiene una extensión de $1.6 \times 10^5 \text{ km}^2$ con cerca de $2.3 \times 10^6 \text{ km}^3$ de agua y una profundidad máxima de aproximadamente 4,000 m en su región central. El Golfo se comunica con el océano Atlántico por el Estrecho de Florida y al Mar Caribe por el Canal de Yucatán (Martínez y Parés 1998; Monreal-Gómez *et al.*, 1997; Toledo, 2005).

La circulación se encuentra determinada principalmente por la corriente del Lazo y los remolinos que de ella se desprenden. La corriente del Lazo llega al Golfo de México a través del canal de Yucatán (corriente de Yucatán) para salir por el estrecho de Florida y formar parte de la corriente del Golfo, las más intensas del Atlántico norte. La corriente de Lazo aumenta su penetración hacia el noroeste en el curso de varios meses, hasta que se estrangula formando sus característicos remolinos anticiclónicos (Oey *et al.*, 2005; Sturges y Leben, 2000; Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006).

Cuando la corriente penetra en el Golfo se crean inestabilidades que terminan por formar anillos ciclónicos y anticiclónicos, dichos anillos junto con la corriente constituyen los mecanismos primarios que movilizan, distribuyen y dispersan las masas de agua en el Golfo de México (Oey *et al.*, 2005).

Felder *et al.* (2009) dividen con fines comparativos, al Golfo de México en ocho subsectores: noreste (NE), nor-noreste (NNE), este-noreste (ENE); noroeste (NW), nor-noroeste (NNW), oeste-noroeste (WNW); suroeste (SW), oeste-suroeste (WSW), sur-suroeste (SSW) y sureste (SE), sur-sureste (SSE), este-sureste (ESE) (Fig. 3).

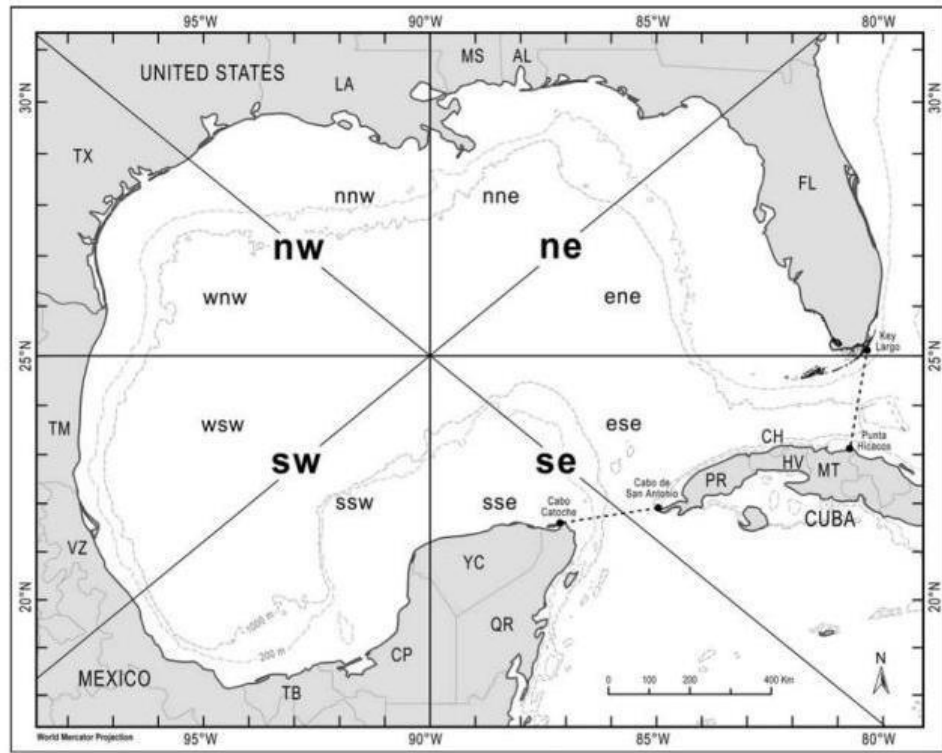


Figura 3. Sectores del Golfo de México (Tomado de Felder *et al.*, 2009)

El área de estudio de este trabajo comprende el talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco (Fig. 4).

VI. Material y Métodos

Trabajo de campo

El material utilizado para esta investigación se obtuvo de seis campañas oceanográficas realizadas a bordo del Buque Oceanográfico “Justo Sierra” de la Universidad Nacional Autónoma de México, dentro de los proyectos “Comunidades Bentónicas y Recursos Pesqueros Potenciales del Mar profundo del Golfo de México” (COBERPES 5, 7, 8 y 9) y “Suroeste del Golfo de México” (SOGOM 3 y 4) (Tabla 1). Dichas campañas se llevaron a cabo entre 2013-2018 en el talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Fig. 4).

Tabla 1. Campañas oceanográficas por periodo climático, sector del Golfo de México y profundidad.

Período climático	Campaña	Intervalo de profundidad (m)	Fecha	Sector del Golfo de México	No. de arrastres totales	% Frecuencia de <i>Glyphocrangon aculeata</i>
PRIMAVERA	COBERPES 5	301-1070.5	Mayo 2013	SSW	31	19.4
	COBERPES 7	295.95-1148	Abril 2016	SSW	11	36.4
	SOGOM 3	308-822.5	Mayo 2017	SSW	16	25.0
VERANO	COBERPES 9	206.5-906	Agosto 2017	WNW y WSW	52	11.5
	SOGOM 4	305.5-806	Agosto 2018	SSW	15	6.7
OTOÑO	COBERPES 8	295-990.5	Octubre 2016	SSW	34	14.7

Campañas Oceanográficas

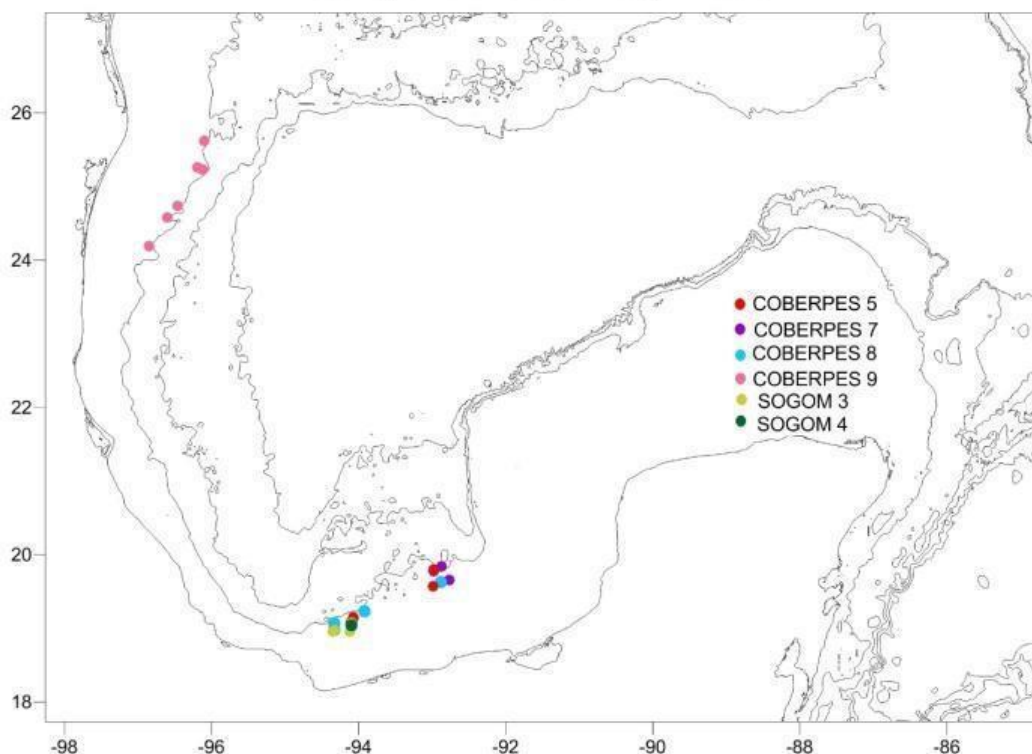


Figura 4. Distribución geográfica de *G. aculeata* en las campañas realizadas.

El muestreo se llevó a cabo con una red de arrastre tipo camaronera, con una abertura de boca de 18 m y 2.5cm de luz de malla, en un intervalo de profundidad de entre 200 a 1,200 m. Cada arrastre se desarrolló con una velocidad promedio de 2.5 nudos y una duración de 30 minutos.

El material biológico obtenido fue separado en machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras; todos los individuos fueron fijados en alcohol al 70%; las hembras ovígeras fueron colocadas en bolsas individuales y fijadas también en alcohol al 70%. Todo el material recolectado fue depositado en la Colección de Referencia del Laboratorio de Ecología Pesquera de Crustáceos (LEPC) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se determinó la especie *G. aculeata* con ayuda de la clave de identificación de Holthuis (1971), modificada por Vázquez-Bader y Gracia (2013), para especies del Golfo de México. Características de la especie:

- 1.- La carena lateral anterior del caparazón con un diente o sin diente atrás de la espina branquiostegal (Fig. 5).



Figura 5. Carena lateral anterior.

- 2.- La carena antenal anterior ausente o indicada por tubérculos pequeños (Fig. 6).



Figura 6. Carena antenal anterior.

3.- La espina antenal aislada en el margen anterior del caparazón (Fig. 7).



Figura 7. Espina antenal

4.- Cresta lateral termina entre la espina antenal y la espina branquiostegal (Fig. 8).



Figura 8. Cresta lateral.

5.- La carena antenal posterior terminada en una espina larga (Fig. 9).



Figura 9. Carena antenal posterior.

6.- La terminación del diente anterior de la carena lateral anterior (Lant) larga y como un ala, más amplia que la espina antenal (antlSp) (Fig. 10).



Figura 10. Carena lateral anterior (Lant) y espina antenal (antlSp).

El sexo de cada organismo fue determinado con base en la presencia (en machos) o ausencia (en hembras) del apéndice masculino ubicado en el endópodo del segundo pleópodo (Bauer, 2004) (Fig. 11). Las hembras fueron clasificadas en hembras ovígeras y hembras no ovígeras de acuerdo con la presencia o ausencia de masa ovígera.

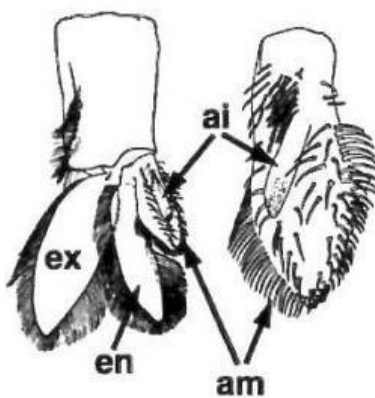


Figura 11. Apéndice masculino del segundo pleópodo en *Atya innocous*. ex= exopodo; en= endopodo; am= apéndice masculino; ai=apéndice interno (Tomado de Bauer, 2004).

Las medidas fueron tomadas con un vernier electrónico de 0.1 mm de precisión. Para los machos y las hembras no ovígeras se midió la longitud de cefalotórax (LC), mientras que para cada hembra ovígera se tomaron las siguientes medidas: longitud total (LT): desde la punta del rostro hasta el telson; longitud de cefalotórax (LC): del borde posterior de la

cavidad orbital hasta el final del cefalotórax y el ancho del cefalotórax (AC): de espina a espina lateral anterior (a nivel de la carena lateral anterior) (Fig. 12).

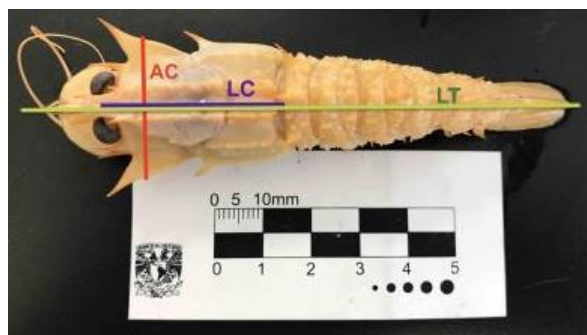


Figura 12. Vista dorsal de *G. aculeata*, muestra las medidas de longitud de cefalotórax (LC), longitud total (LT) y ancho del cefalotórax (AC).

Se registraron dos medidas para el peso: la primera en una balanza mecánica de triple brazo el peso de la hembra sin la masa ovígera y la segunda, el peso de la masa ovígera (la cual se obtuvo al retirar los huevos de los pleópodos con ayuda de unas pinzas de relojero), en una balanza analítica (Mettler Toledo con capacidad de 0.1 a 220 mg) (Fig. 13).

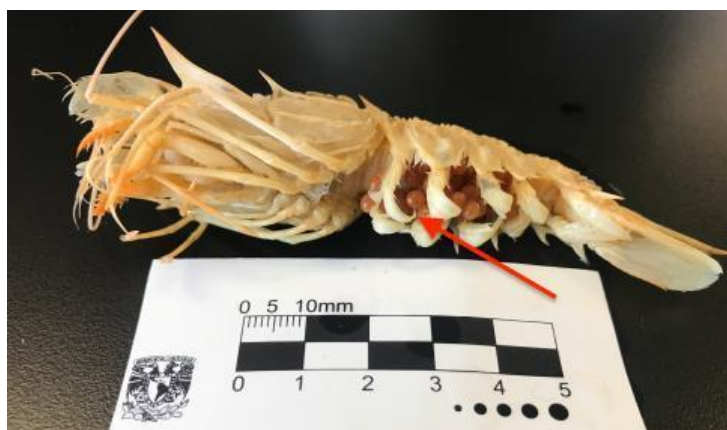


Figura 13. Masa ovígera

La fecundidad se determinó mediante el conteo directo del número de huevos adheridos al abdomen en cada individuo (Rajool y Pillai, 2014).

Los huevos se clasificaron en tres estadios (Company y Sardà, 1997): estadio I, huevo lleno de vitelo y sin ojos (Fig. 14); estadio II, ligera pigmentación ocular (Fig. 15); y estadio III,

embrión con ojos definidos y poco vitelo (Fig. 16). Las imágenes se tomaron con un microscopio Axion Zoom V16 y se procesaron con el programa ZEISS ZEN 2.3 lite.



Figura 14. Estadio I



Figura 15. Estadio II



Figura 16. Estadio III

De 18 hembras ovígeras de cada estadio (I, II y III) se seleccionaron 10 huevos al azar (540 huevos en total; 180 por cada estadio). El tamaño de los huevos se midió con ayuda de un microscopio estereoscopio (AXIO Zoom V.16) equipado con un micrómetro ocular; y se tomaron las siguientes medidas: EL (largo huevo) y EW (ancho huevo).

Posteriormente, el volumen del huevo se determinó según Zimmermann *et al.* (2015).

$$EV = 4/3*\pi*EL/2*(EW/2)^2$$

EL= Largo huevo

EW= Ancho del huevo

$\pi = 3.1416$

Para cada campaña se integraron bases de datos en Excel, con datos correspondientes a la captura. La profundidad se dividió en intervalos de 100 m cada uno, con la finalidad de hacer análisis comparativos. Se elaboraron mapas de distribución espacial y de densidad (al ser la densidad una medida de abundancia, me referiré a esta solo como abundancia) en el programa SURFER 12, Golden Software.

Se realizaron regresiones lineales entre la fecundidad y peso de la masa ovígera (WMO) con respecto a la LC y el W(g) de la hembra sin masa ovígera. Asimismo, se elaboraron diagramas de caja y pruebas ANOVA o Kruskal-Wallis, cuando los resultados fueron significativos se realizó una prueba de Tukey para determinar las diferencias (STATISTICA 7).

VII. Resultados

Distribución espacial y batimétrica de *G. aculeata*

G. aculeata fue recolectada en el talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco, en un intervalo de profundidad de 704 - 1,148 m (Fig. 17).

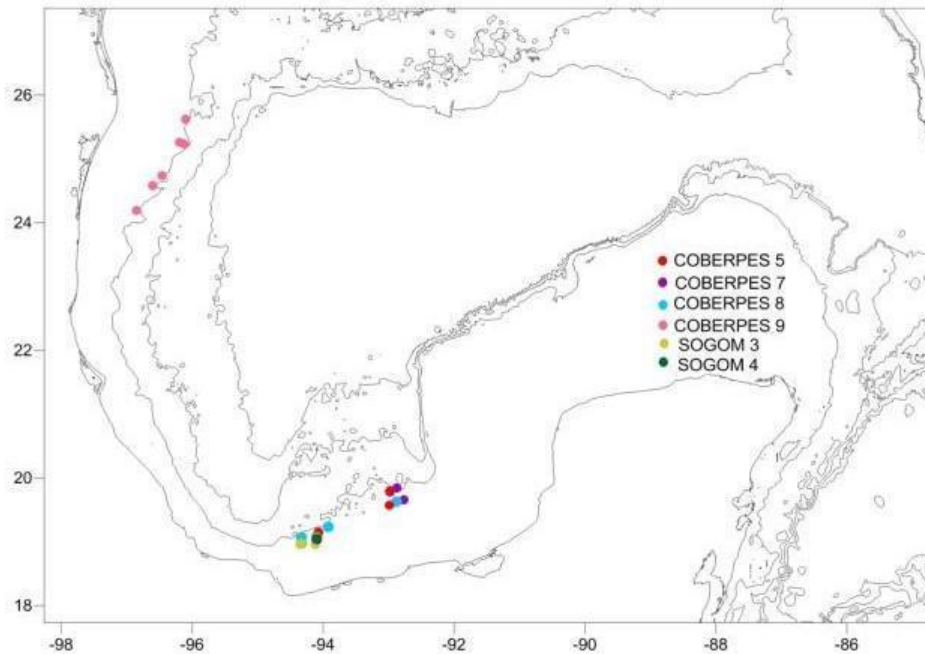


Figura 17. Distribución espacial de *G. aculeata* en el Golfo de México.

Las hembras no ovígeras se distribuyeron en los 5 intervalos batimétricos determinados (700-799, 800-899, 900-999, 1000-1099, 1100-1199 m); mientras que los machos y las hembras ovígeras estuvieron ausentes en el intervalo de mayor profundidad (Fig. 18).

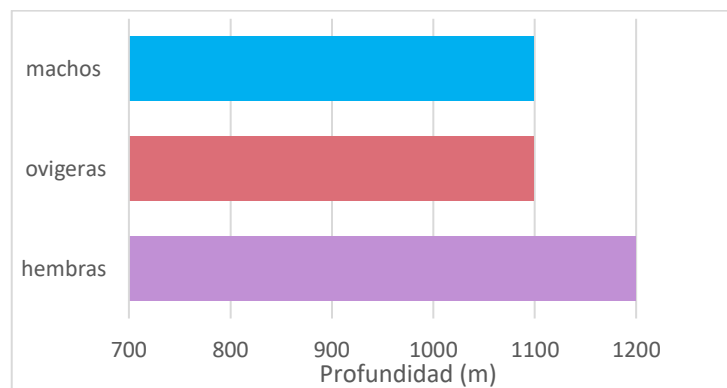


Figura 18. Distribución batimétrica de *G. aculeata*.

Abundancia de *G. aculeata*

Se capturó un total de 250 organismos de *G. aculeata* en tres periodos climáticos (primavera, verano y otoño), 29 machos y 221 hembras, de las cuales 161 fueron ovígeras (Fig. 19). La proporción sexual favoreció a las hembras en cada uno de los periodos climáticos: otoño 9.5H:1M, primavera 7.0 H:1M y verano 3.9H:1M. También en los diferentes intervalos de profundidad se observó una proporción mayor de hembras: 700-799, 5H:1M; 800-899, 11.4H:1M; 900-999, 3.3H:1M; 1000-1099, 3H:1M y 1100-1199, sólo se colectó una hembra.

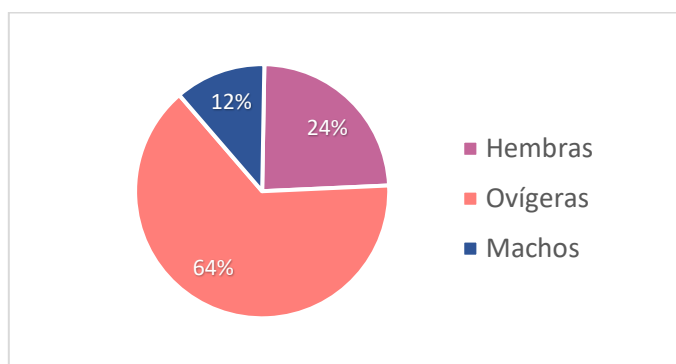


Figura 19. Porcentaje por sexo de *G. aculeata*.

La densidad promedio de *G. aculeata* fue de 5.1 ind/ha., distribuida de la siguiente forma: hembras no ovígeras 1.4 ind/ha, machos 1.1 ind/ha y hembras ovígeras 2.6 ind/ha (Fig. 20).

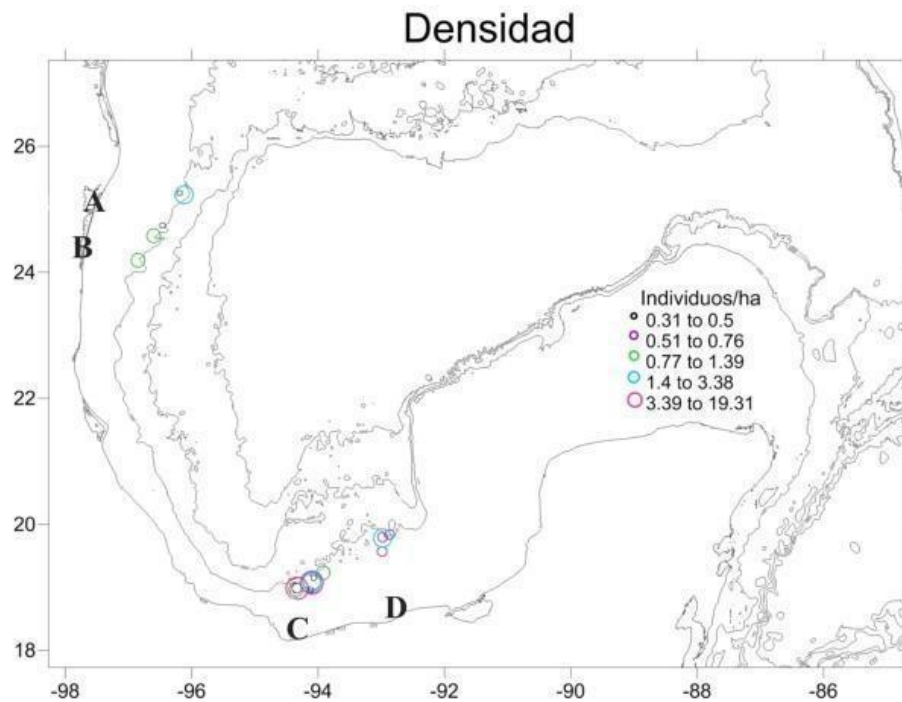


Figura 20. Mapa de densidad total (todos los periodos climáticos) (A= Laguna Madre; B= Río San Fernando, C= Río Coatzacoalcos y D= Río Grijalva y Usumacinta).

Abundancia de hembras ovígeras por periodo climático

De las 161 hembras ovígeras recolectadas, 110 se colectaron en primavera, 18 en verano y 33 en otoño (Fig. 21).

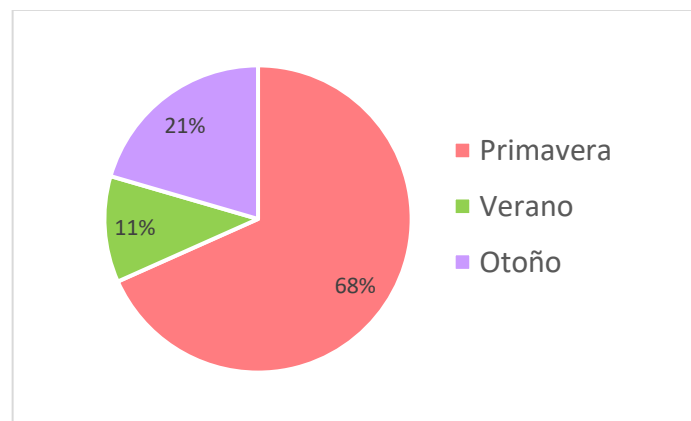


Figura 21. Porcentaje por periodo climático de *G. aculeata*

Primavera presentó la mayor densidad promedio (5.3 ind/ha) (Fig. 22). La menor densidad promedio fue en verano con 2.2 ind/ha, (Fig. 23). Mientras que en otoño se registró una densidad promedio de 3.0 ind/ha, (Fig. 24).

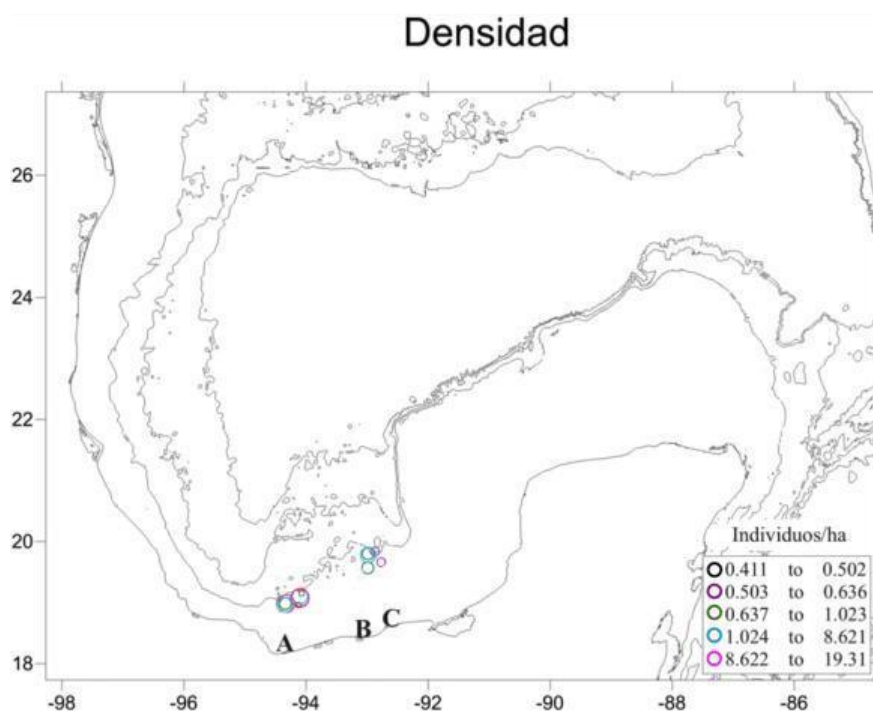


Figura 22. Mapa de densidad durante primavera (A= Río Coatzacoalcos; B= Laguna Mecoacan; C= Río Grijalva y Usumacinta).

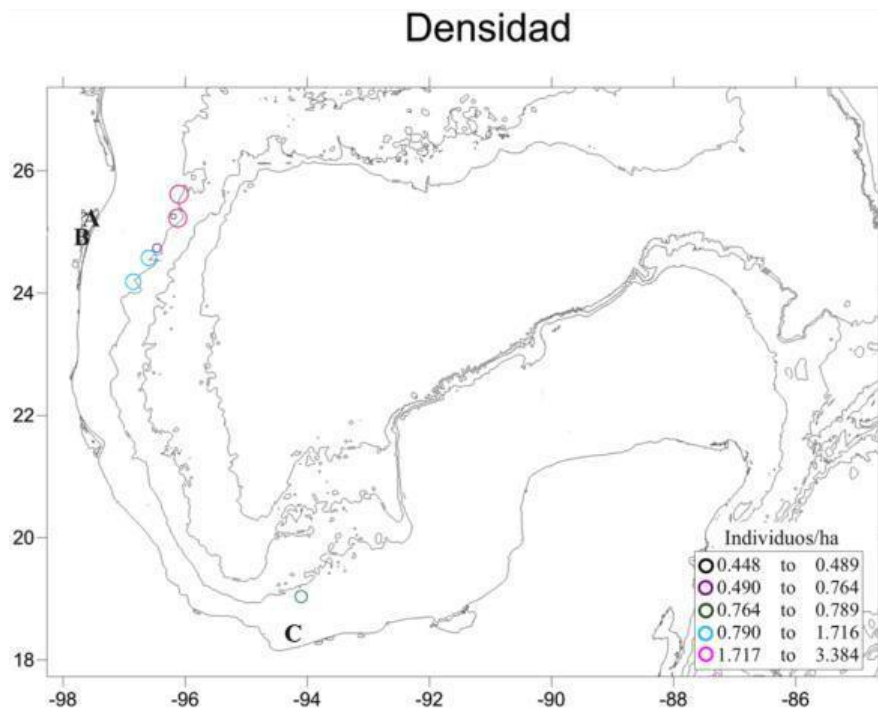


Figura 23. Mapa de densidad durante verano (A= Laguna Madre; B= Río San Fernando; C= Río Coatzacoalcos).

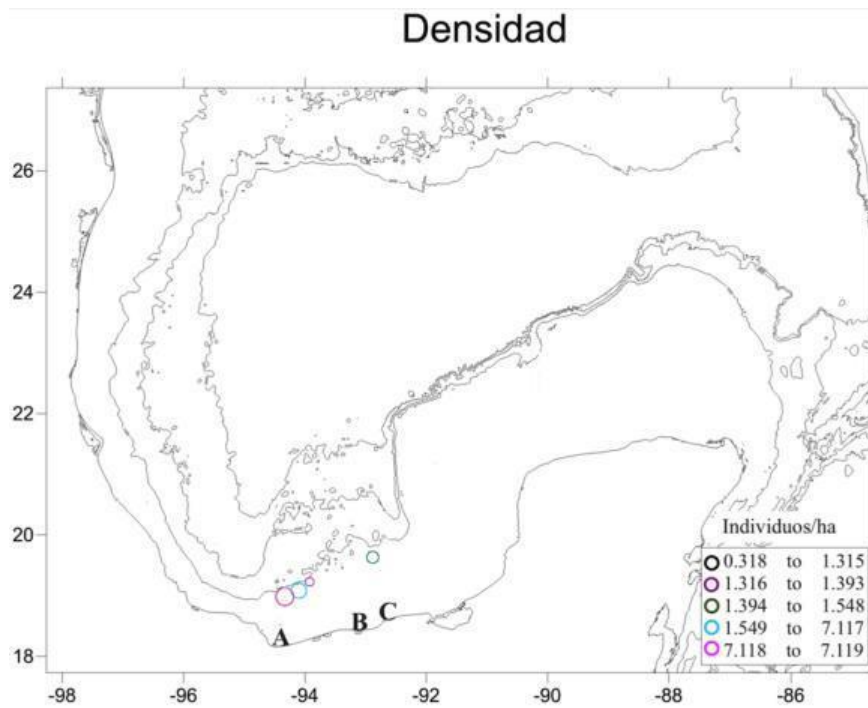


Figura 24. Mapa de densidad durante otoño (A= Río Coatzacoalcos; B= Laguna Mecoacan; C= Río Grijalva y Usumacinta).

Estructura de tallas de *G. aculeata*

La estructura de tallas presentó una LC $\bar{X} = 22.85 \pm 3.49\text{mm}$ (media $\pm$ SD) (rango: 10.1 – 29.99 mm) (Fig. 25). Con respecto al sexo, las hembras ovígeras presentaron las mayores tallas; mientras que los machos las menores ($F(2,247) = 95.491$; $p < 0.0001$) (Fig. 26, Tabla 2).

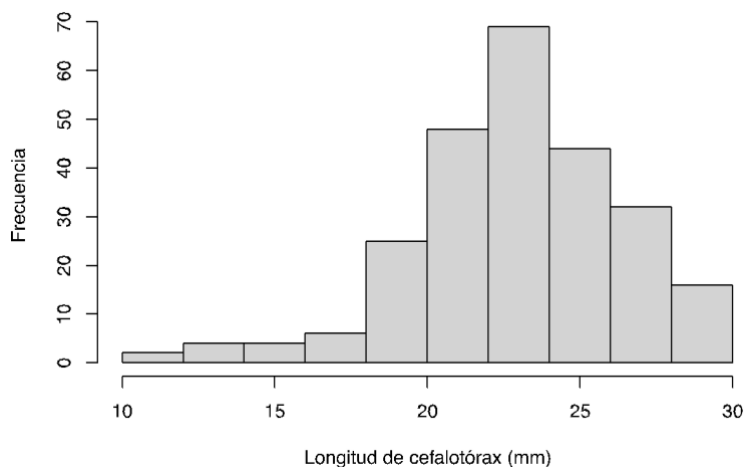


Figura 25. Distribución de tallas de *G. aculeata*.

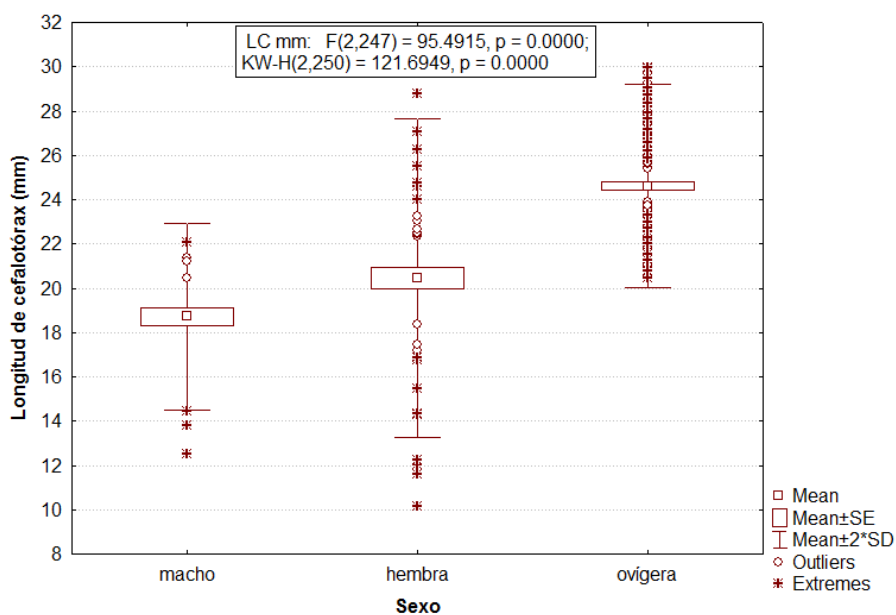


Figura 26. Distribución de tallas con respecto al sexo de *G. aculeata*.

Tabla 2. Prueba de Tukey; longitud de cefalotórax por sexo.

Sexo	Macho	Hembra no ovigera	Hembra ovigera
Macho		0.0107	<0.001
Hembra no ovigera	0.010		<0.001
Hembra ovigera	<0.001	<0.001	

Hembras no ovígeras

Las hembras no ovígeras presentaron una longitud media de cefalotórax (LC) de 20.45 ± 3.60 mm. La talla mínima registrada fue de 10.17 mm a una profundidad de 927.5 m y la máxima fue de 28.78 mm a 814 m (Fig. 27).

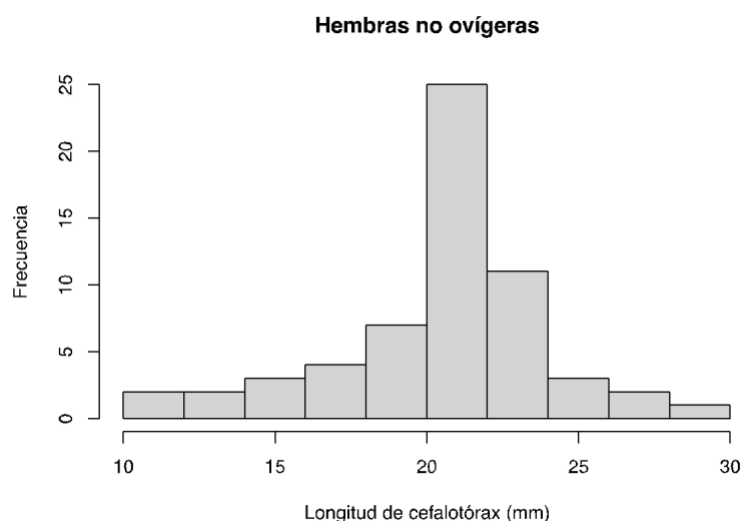


Figura 27. Distribución de tallas de hembras de *G. aculeata*.

Las hembras no ovígeras presentaron diferencias significativas en la talla con respecto a la profundidad (ANOVA: $F(4,55) = 5.464$; $p < 0.0001$) (Fig. 28). La prueba de Tukey mostró que dichas diferencias se encontraron entre los estratos 800-899 m y 1,100-1,199 m ($p = 0.035$) y entre los 800-899 m y los 900-999 m ($p = 0.008$) (Tabla 3).

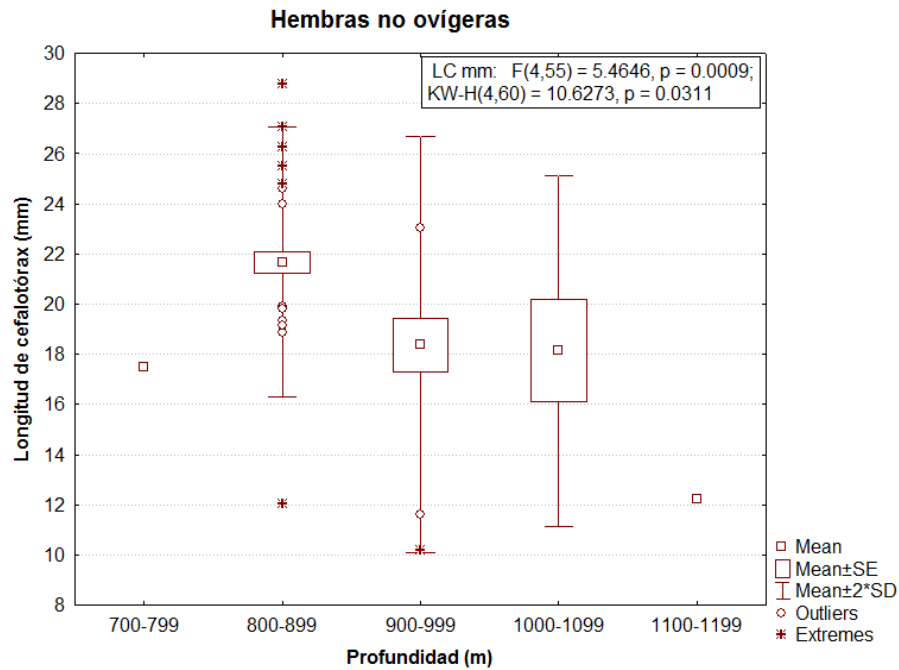


Figura 28. Distribución de tallas con respecto al intervalo de profundidad de hembras no ovígeras de *G. aculeata*.

Tabla 3. Prueba Tukey; longitud de cefalotórax de hembras no ovígeras por intervalo de profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m	1,000-,1099 m	1,100-1,199 m
700-799 m		0.682	0.998	0.998	0.764
800-899 m	0.682		0.008	0.343	0.035
900-999 m	0.998	0.008		0.999	0.336
1,000-1,099 m	0.999	0.343	0.999		0.488
1,100-1,199 m	0.764	0.0351	0.336	0.488	

Por otro lado, la talla de las hembras no ovígeras no mostró diferencias con respecto al periodo climático (ANOVA: $F(2,57) = 0.024$; $p = 0.975$) (Fig. 29).

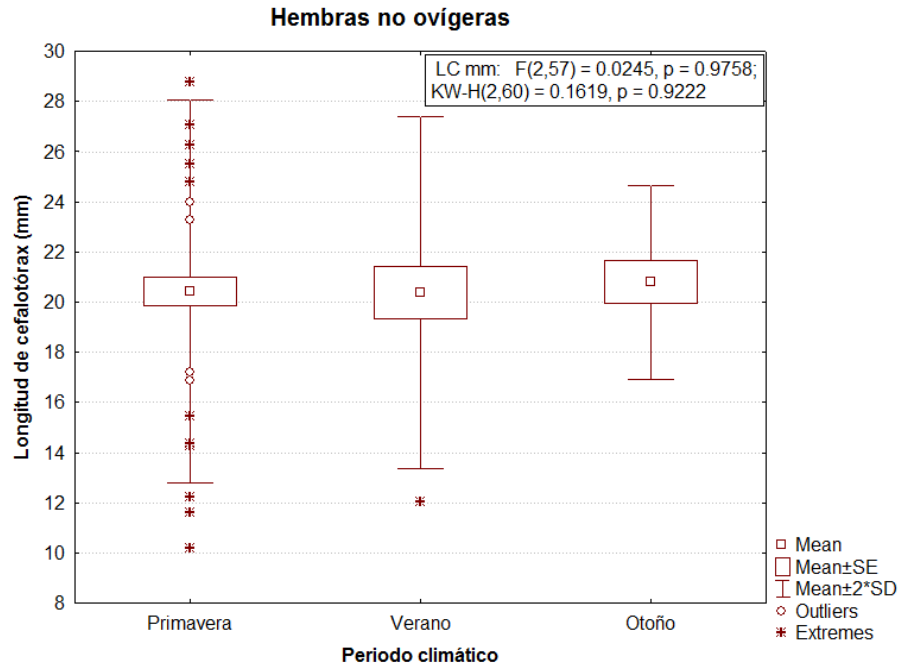


Figura 29. Distribución de tallas con respecto al periodo climático de hembras no ovígeras de *G. aculeata*.

Machos

En los machos se registró una LC $\bar{X} = 18.73 \pm 2.10$ mm, con un mínimo de 12.51 mm a 1092.5 m de profundidad y una máxima de 22.05 mm a 902.9 m (Fig. 30).

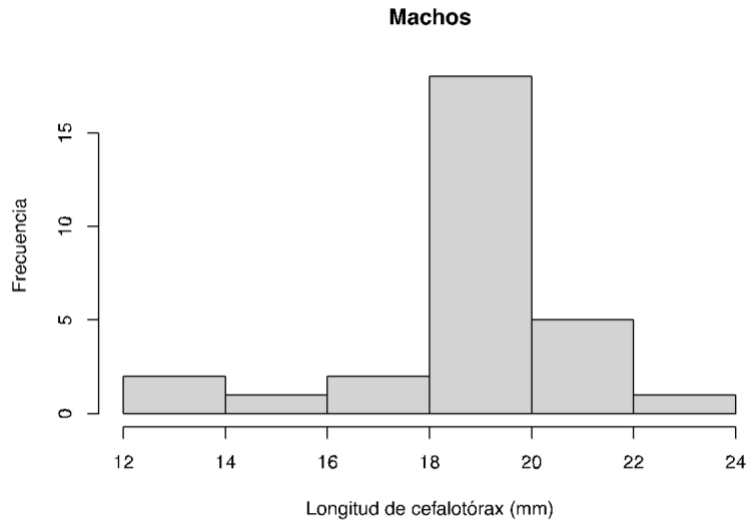


Figura 30. Distribución de tallas de machos de *G. aculeata*.

De acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis, los machos no presentaron diferencias significativas en su talla con respecto a la profundidad (KW-H (3,29) = 1.4375; $p = 0.699$) (Fig. 31). Igualmente, el ANOVA realizado con el periodo climático no mostró diferencias significativas ($F(2,26) = 0.881$; $p = 0.426$) (Fig. 32).

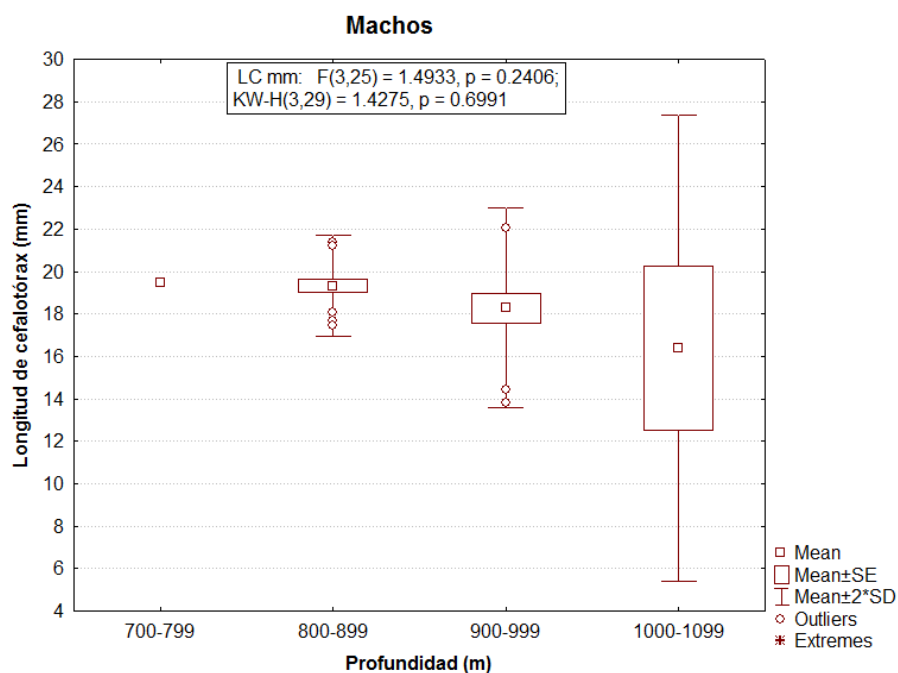


Figura 31. Distribución de tallas con respecto al intervalo de profundidad de machos de *G. aculeata*.

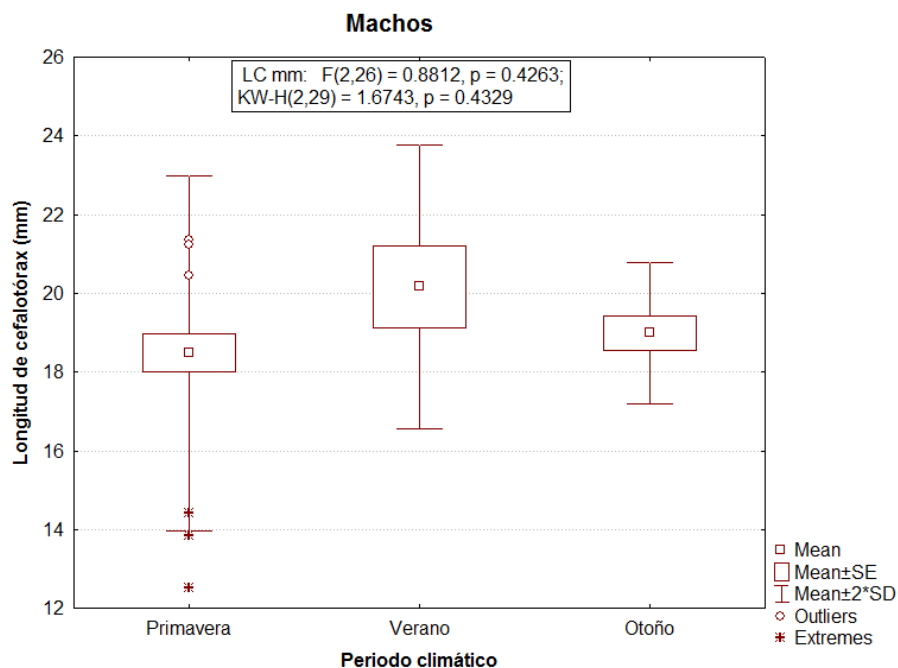


Figura 32. Distribución de tallas con respecto al periodo climático de machos de *G. aculeata*.

Relaciones biométricas de las hembras ovígeras

La longitud total (LT) tuvo una $\bar{X} = 95.25 \pm 8.54$ mm (min: 78.68 mm – max:112.87 mm). El ancho del cefalotórax (AC) fue de 15.71 - 26.71 mm ($\bar{X} = 19.98 \pm 2.12$ mm). El peso (W) más bajo registrado fue de 5.1 gramos a 810 m de profundidad y el más alto de 15.5 gramos a 803.5 m de profundidad ($\bar{X} = 9.00 \pm 2.33$ g) (Tabla 4). Se utilizó LC, en lugar de LT o AC, ya que se encontraron organismos incompletos (sin rostro, telson y/o espinas laterales).

Tabla 4. Número de individuos (N), rango, media $\pm$ SD de las medidas morfométricas tomadas de las hembras ovígeras de *G. aculeata*. (LT, LC, AC y W). Existen diferentes N para cada aspecto morfométrico debido a la presencia de ejemplares incompletos.

	N	Rango (mm)	Media $\pm$ SD
Longitud total (mm)	141	78.68 – 112.87	95.25 $\pm$ 8.54 mm
Longitud del Cefalotórax (mm)	161	20.47 – 29.99	24.65 $\pm$ 2.33 mm
Ancho del Cefalotórax (mm)	161	15.71-26.71	19.98 $\pm$ 2.12 mm
Peso de la hembra ovígera (g)	160	5.1-15.5	9.00 $\pm$ 2.33 g

Se observó una alta relación positiva entre las variables biométricas LC, LT, AC y peso (W) (Figs. 33-35).

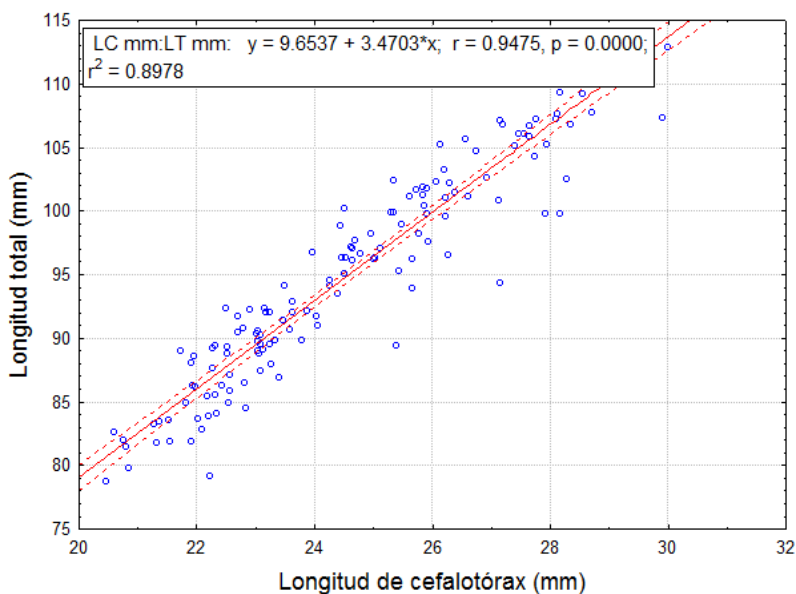


Figura 33. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y la longitud total (mm) en hembras ovígeras de *G. aculeata*.

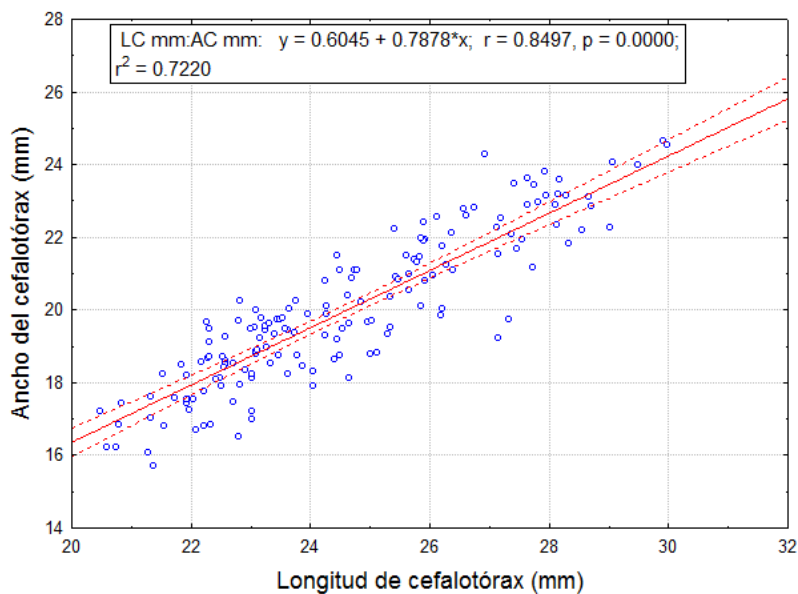


Figura 34. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el ancho del cefalotórax (mm) en hembras ovígeras de *G. aculeata*.

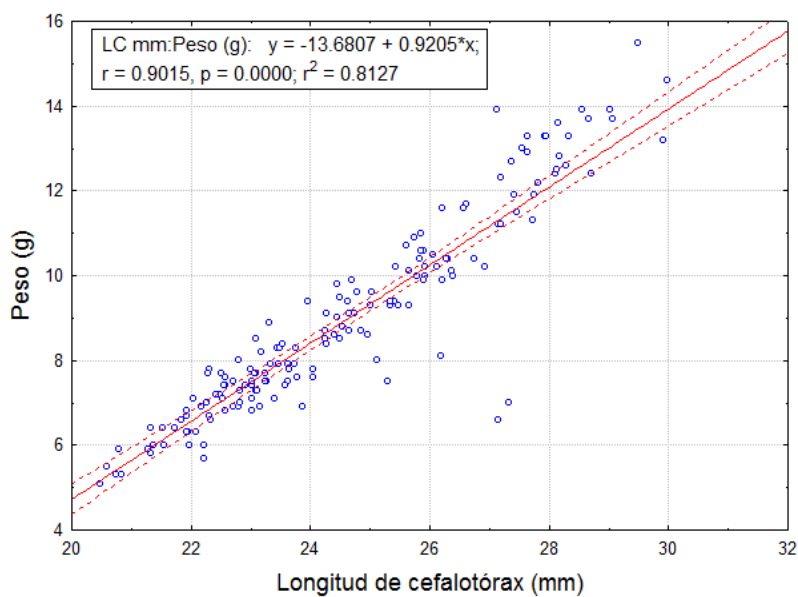


Figura 35. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el peso de la hembra ovígera (g) en *G. aculeata*.

Análisis de tallas de Hembras ovígeras

La longitud de cefalotórax mínima registrada para las 161 hembras fue de 20.47 mm a una profundidad de 810 m y un máximo de 29.99 mm a una profundidad de 889 m con una $\bar{X} = 24.61 \pm 2.29$ de mm (Fig. 36).

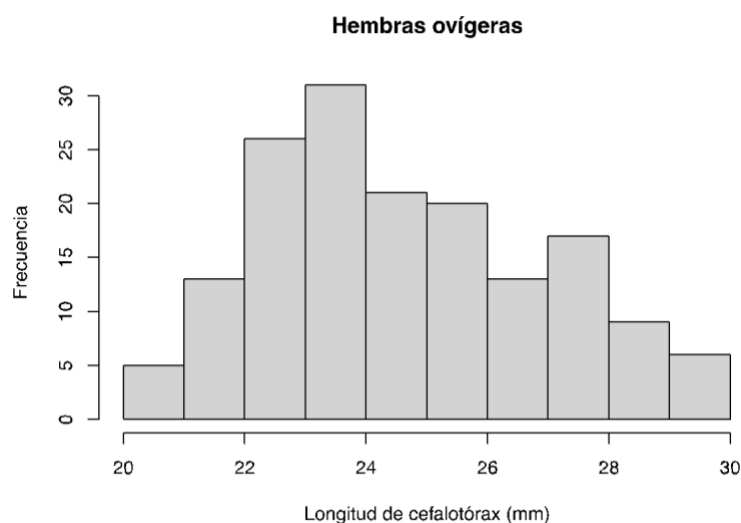


Figura 36. Distribución de tallas de hembras ovígeras de *G. aculeata*.

La talla de las hembras ovígeras mostró diferencias significativas con respecto al intervalo de profundidad (ANOVA: $F(3,156) = 3.442$, $p < 0.05$) (Fig. 37). La prueba de Tukey arrojó que dichas diferencias se encontraron entre 700-799 m y 800-899 m ($p < 0.05$) (Tabla 5).

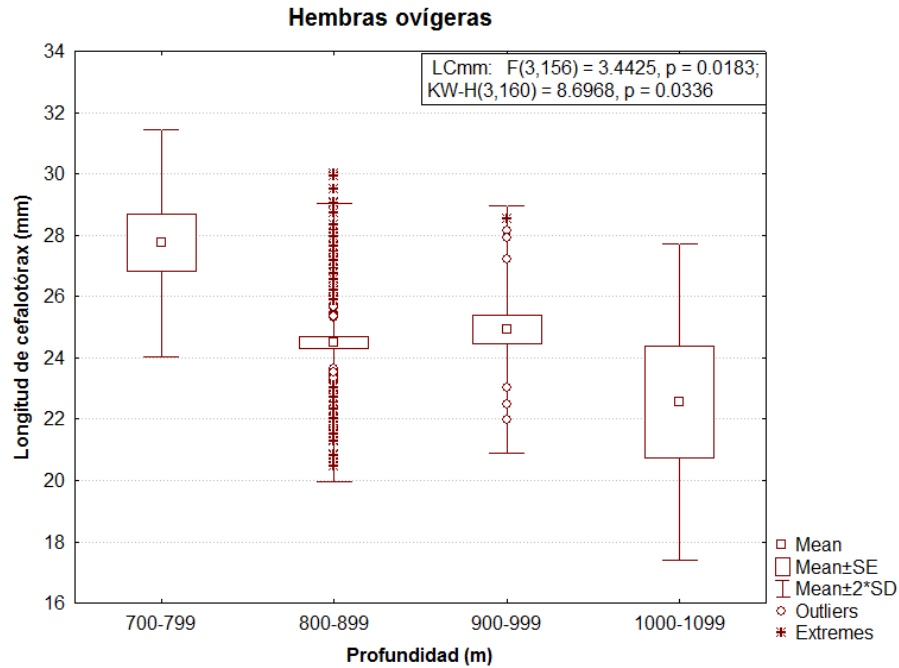


Figura 37. Distribución de tallas con respecto a la profundidad de hembras ovígeras de *G. aculeata*.

Tabla 5. Prueba Tukey; longitud de cefalotórax de hembras no ovígeras por intervalo de profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m	1,000-1,099 m
700-799 m		0.025	0.110	0.190
800-899 m	0.025		0.849	0.998
900-999 m	0.110	0.849		0.967
1,000-1,099 m	0.190	0.998	0.967	

Con respecto al periodo climático no se obtuvieron diferencias significativas con la LC (ANOVA: $F(2,153) = 0.552$; $p = 0.5521$) (Fig. 38).

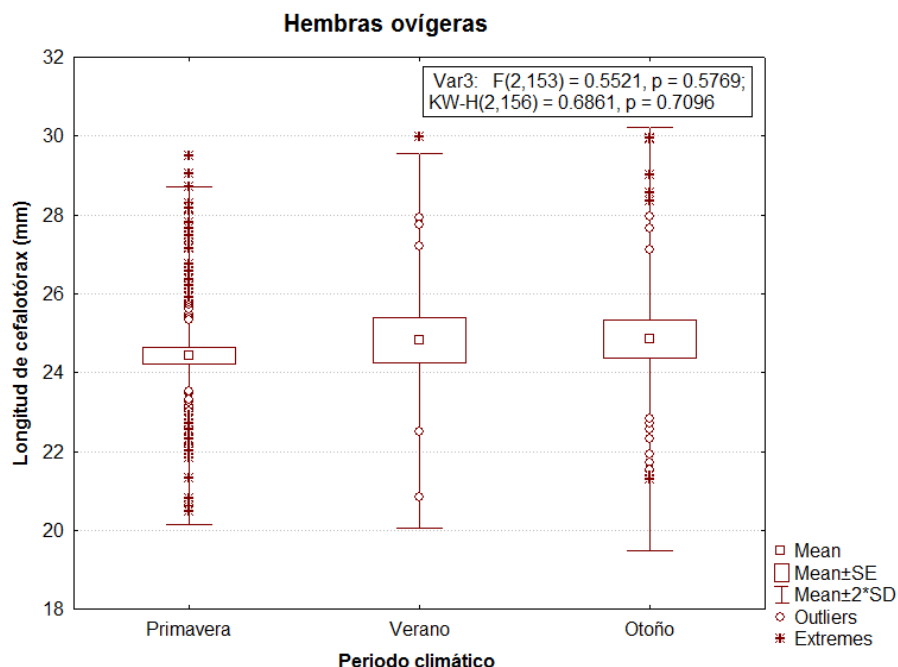


Figura 38. Distribución de tallas con respecto al periodo climático de hembras ovígeras de *G. aculeata*.

Distribución de tallas y peso por periodo climático

Primavera

En las campañas oceanográficas desarrolladas en este periodo climático (COBERPES 5, COBERPES 7 y SOGOM 3) frente a los estados de Veracruz y Tabasco, se colectaron 110 hembras ovígeras en un intervalo batimétrico de 704 – 1,092.5 m. La LC presentó un intervalo de 20.47 a 29.49 mm ($\bar{X} = 24.47 \pm 2.15$ mm), mientras que el peso varió entre 5.1-15.5 g ($\bar{X} = 8.86 \pm 2.16$ g) (Figura 38).

Verano

G. aculeata estuvo presente en el talud continental de Tabasco (COBERPES 9) y de Veracruz (SOGOM 4) en un intervalo batimétrico de 800 – 906 m. Los 18 individuos capturados presentaron una LC de 20.84 a 29.99 mm ($\bar{X} = 24.71 \pm 2.33$ mm) y un peso de 5.3 a 14.6 g ($\bar{X} = 9.17 \pm 2.49$ g). (Figura 38).

Otoño

En otoño *G. aculeata* se registró frente a las costas de Veracruz y Tabasco (COBERPES 8) en un intervalo batimétrico de 761.5 - 921.5 m. En total, se capturaron 33 individuos de *G.*

aculeata con una LC entre 21.28 – 29.95 mm con ($\bar{X} = 25.03 \pm 2.71$ mm) y peso de 5.9 a 13.9 g ($\bar{X} = 9.32 \pm 2.83$ g). (Figura 38).

Aspectos reproductivos

Fecundidad

El número de huevos portados por las hembras ovígeras de *G. aculeata* capturadas en los tres periodos climáticos varió entre 7 (LC = 20.47 mm) y 102 (LC = 29.06 mm) ($\bar{X} = 41.49 \pm 18.44$ huevos). Se observó una correlación positiva entre la fecundidad y la longitud de cefalotórax ($r = 0.68$) (Fig. 39).

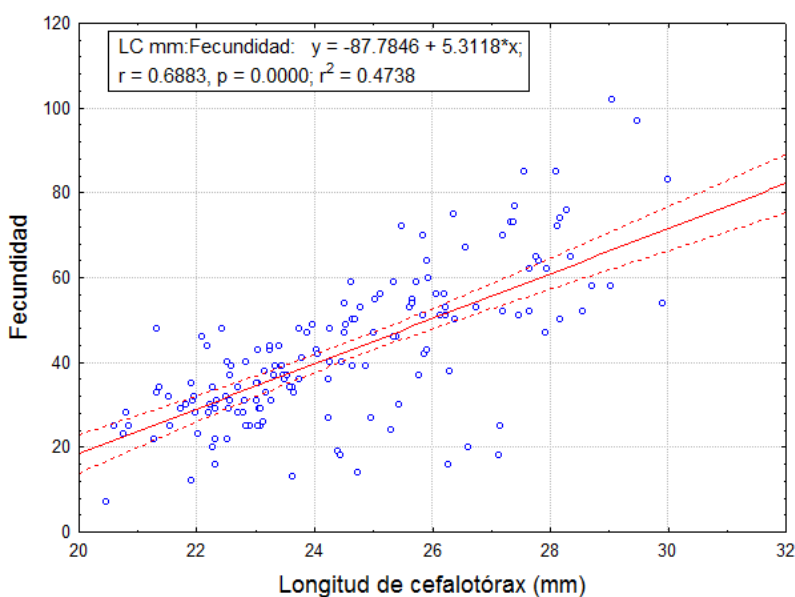


Figura 39. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y la fecundidad en *G. aculeata*.

El número de huevos con respecto a la longitud de cefalotórax en primavera y verano mostró una correlación positiva ($r = 0.74$ y $r = 0.75$, respectivamente) (Figs. 40 y 41). Para otoño la correlación fue menor, de $r = 0.54$ (Fig. 42). En todos los casos la correlación fue significativa.

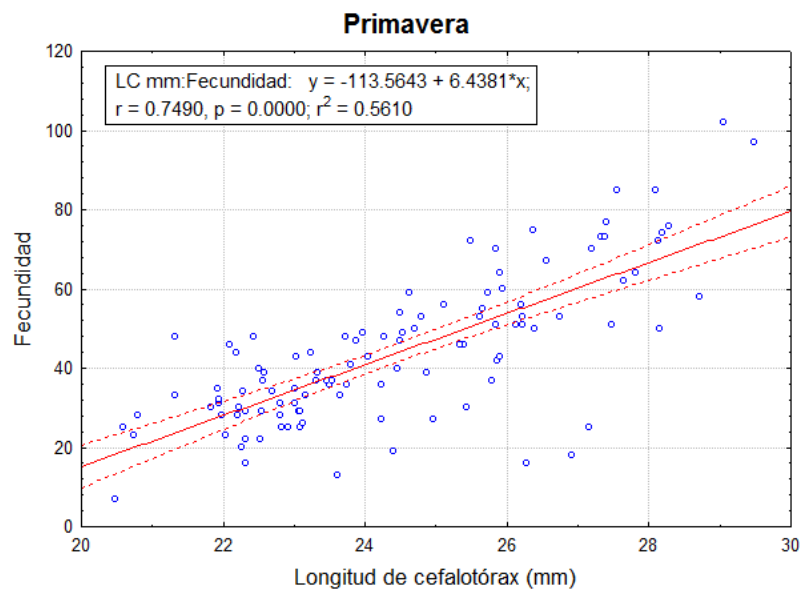


Figura 40. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y la fecundidad de *G. aculeata* en primavera.

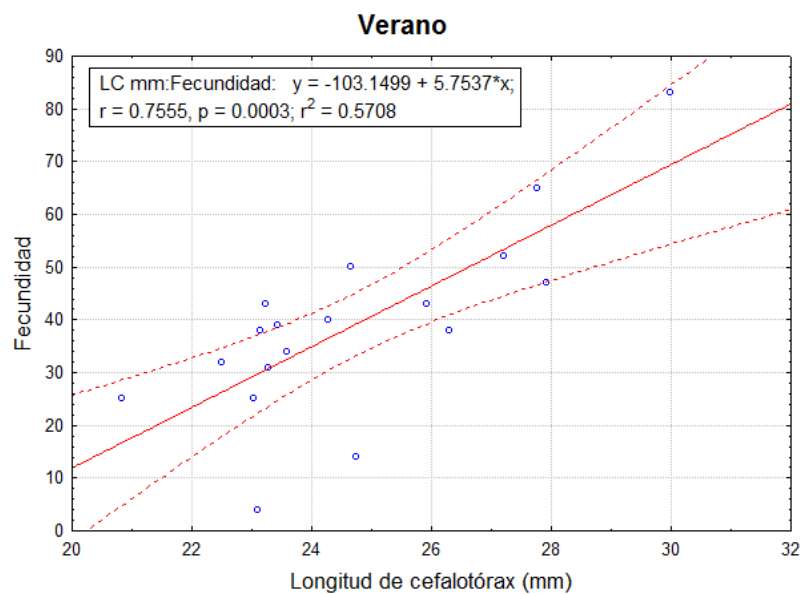


Figura 41. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y la fecundidad de *G. aculeata* en verano.

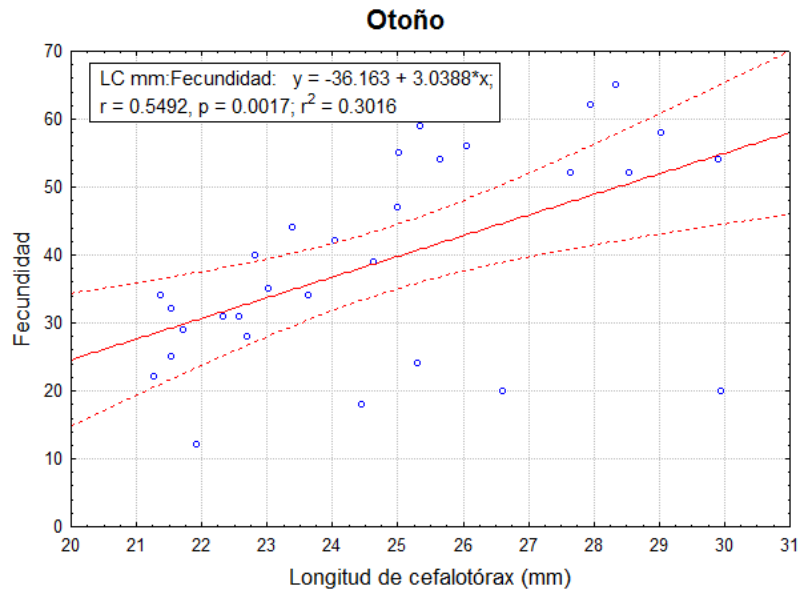


Figura 42. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y la fecundidad de *G. aculeata* en otoño.

La relación general de fecundidad con respecto al peso de hembras ovígeras mostró una correlación significativa con un valor de $r = 0.69$ (Fig. 43).

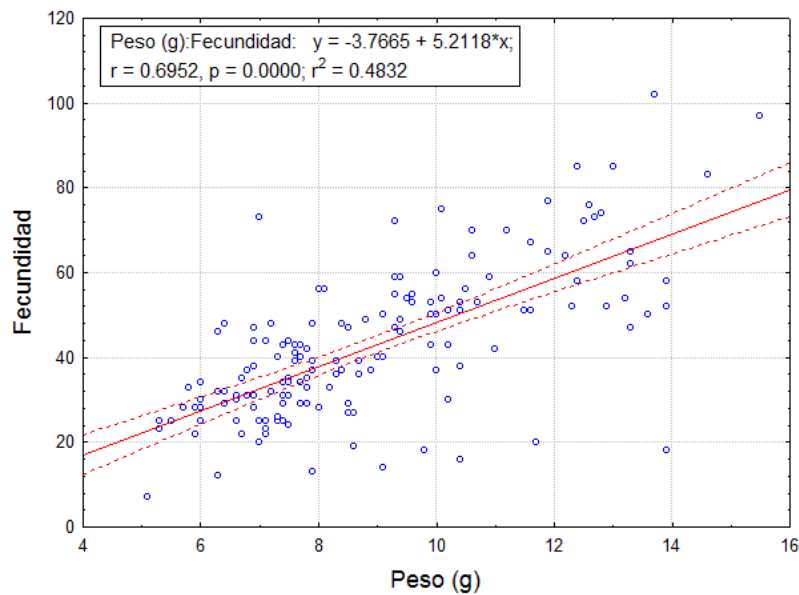


Figura 43. Relación entre el peso de la hembra (g) y la fecundidad en *G. aculeata*.

La fecundidad con respecto al peso para cada uno de los periodos climáticos presentó las siguientes correlaciones: primavera $r = 0.74$ (Fig. 44), verano $r = 0.73$ (Fig. 45), y otoño $r = 0.70$ (Fig. 46). En todos los periodos climáticos se encontró una relación lineal significativa.

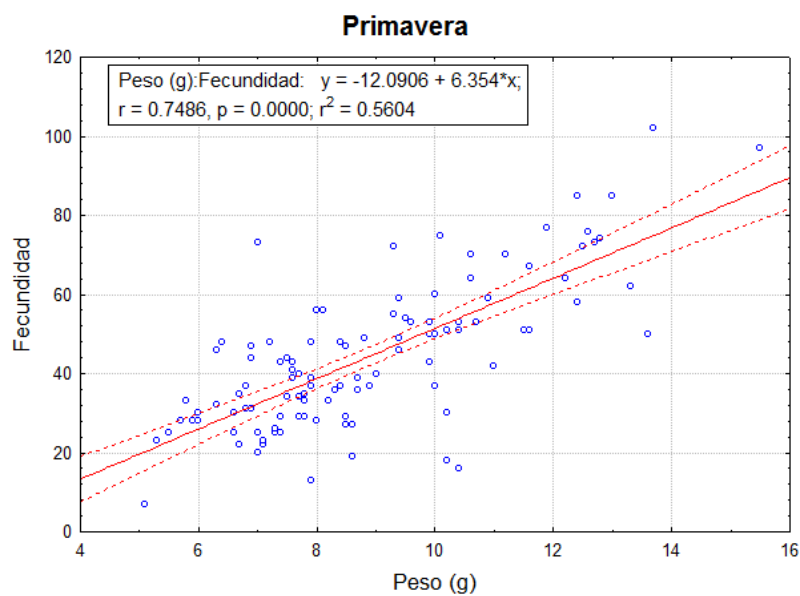


Figura 44. Relación entre el peso de la hembra (g) y la fecundidad de *G. aculeata* en primavera.

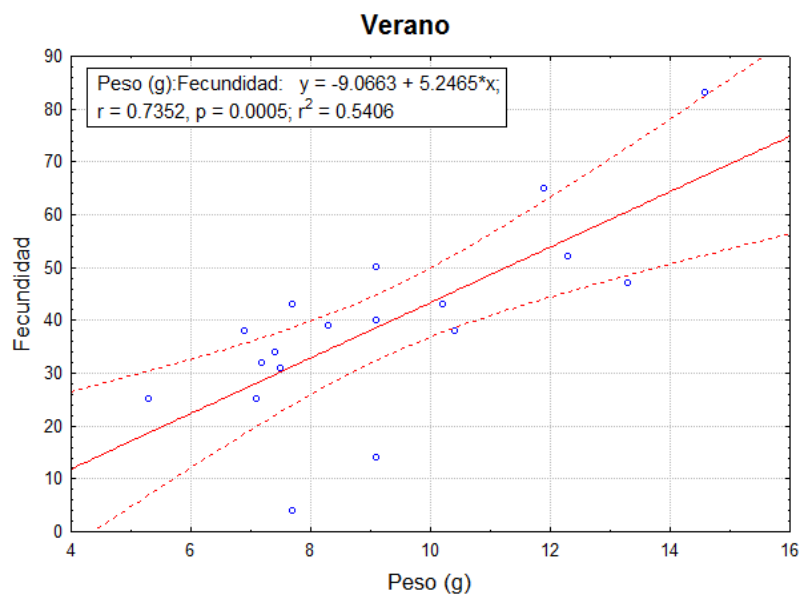


Figura 45. Relación entre el peso de la hembra (g) y la fecundidad de *G. aculeata* en verano.

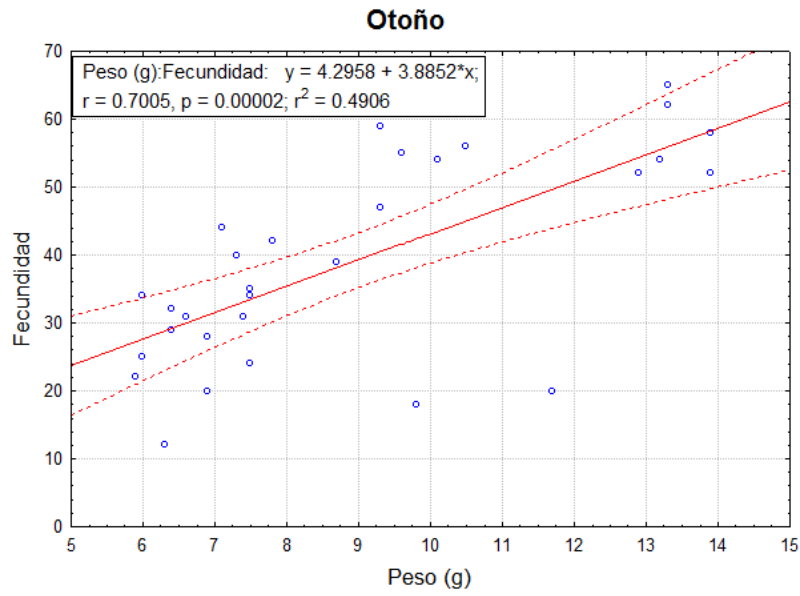


Figura 46. Relación entre el peso de la hembra (g) y la fecundidad de *G. aculeata* en otoño.

Masa ovígera

El peso de la masa ovígera presentó un intervalo de 0.0089 – 1.58 g ($\bar{X} = 0.55 \pm 0.27$ g). El peso de la masa ovígera también mostró una correlación positiva ($r = 0.67$) con respecto a la longitud de cefalotórax (Fig. 47).

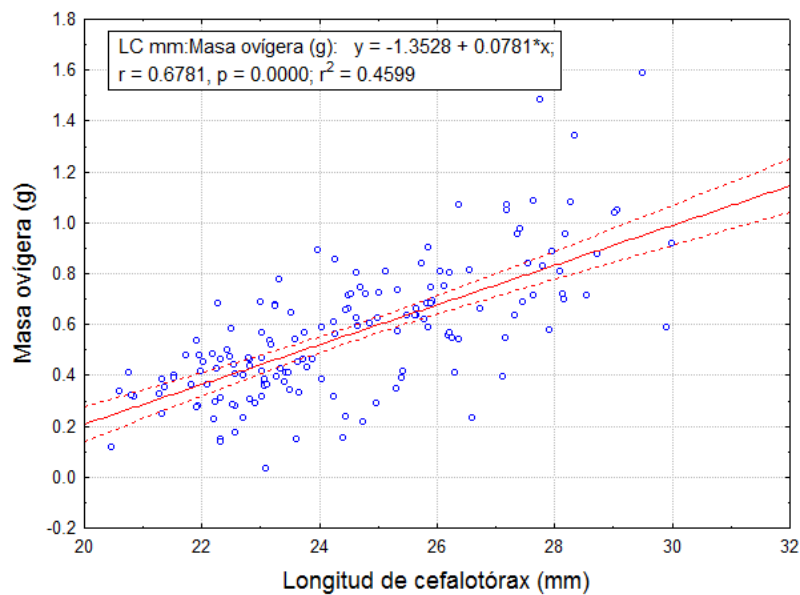


Figura 47. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el peso de la masa ovígera (g) de *G. aculeata*.

En particular, esta correlación para primavera fue $r = 0.72$ (Fig. 48), mientras que para verano y otoño esta fue menor $r = 0.65$ y $r = 0.63$, respectivamente (Figs. 49 y 50). En todos los periodos climáticos se obtuvo una relación lineal significativa.

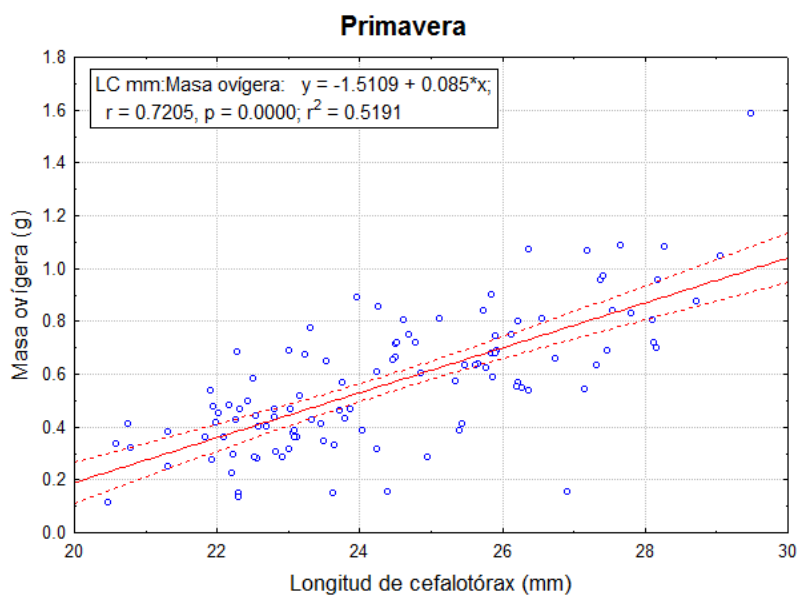


Figura 48. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el peso de la masa ovígera *G. aculeata* en primavera.

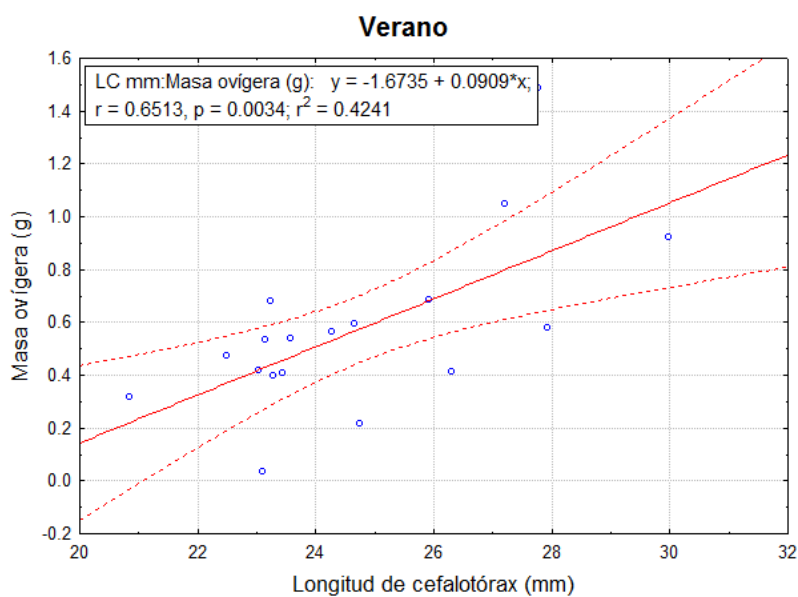


Figura 49. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el peso de la masa ovígera *G. aculeata* en verano.

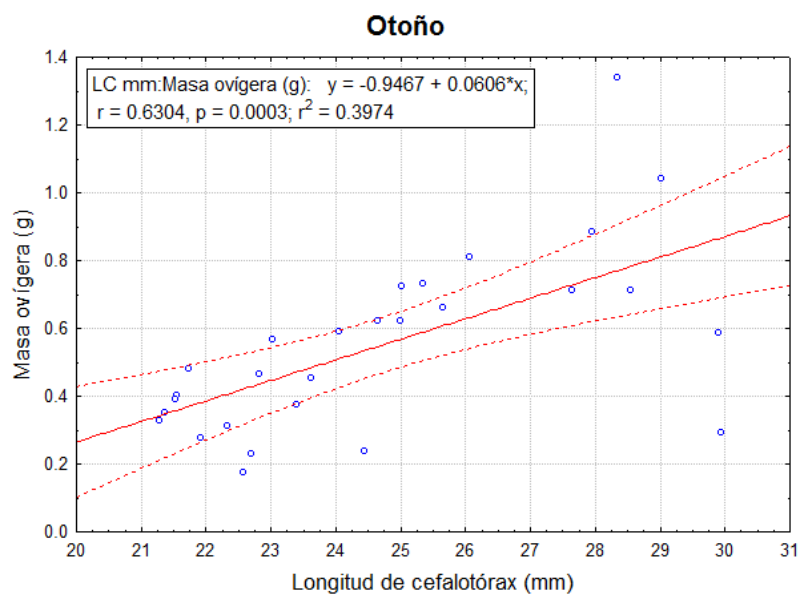


Figura 50. Relación entre la longitud de cefalotórax (mm) y el peso de la masa ovígera *G. aculeata* en otoño.

El peso de la masa ovígera y peso de la hembra, presentó una relación positiva $r = 0.72$ (Fig. 51).

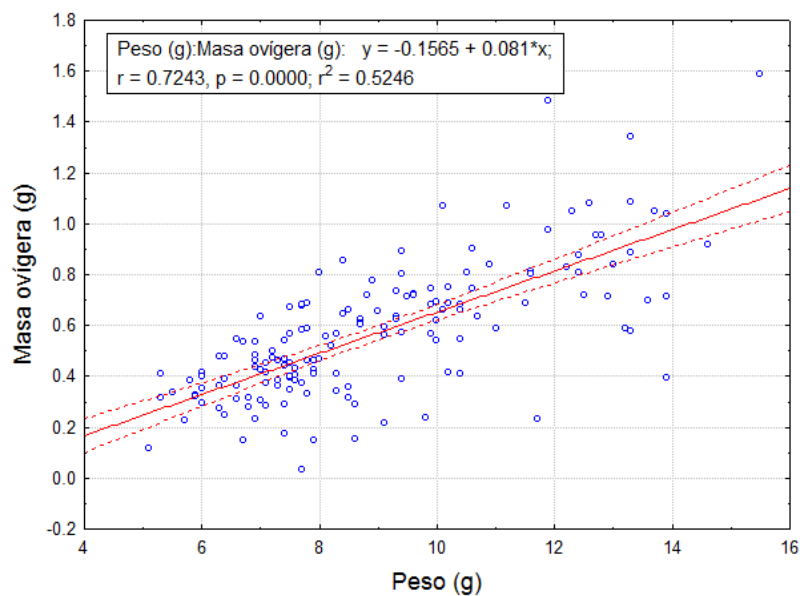


Figura 51. Relación entre el peso de la hembra (g) y el peso de la masa ovígera (g) de *G. aculeata*

Para los periodos climáticos, los valores obtenidos fueron: primavera $r = 0.77$ (Fig. 52), verano una $r = 0.61$ (Fig. 53) y otoño una $r = 0.77$ (Fig. 54).

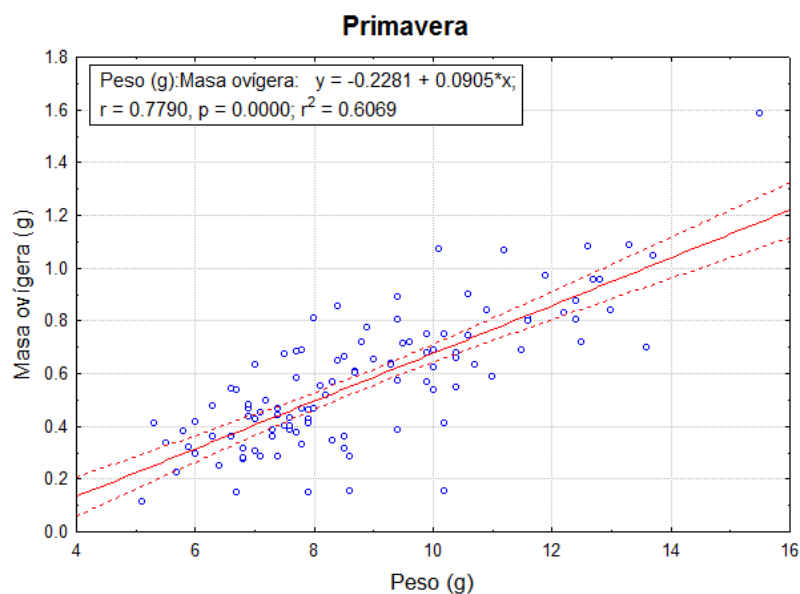


Figura 52. Relación entre el peso de la hembra (g) y el peso de la masa ovígera de *G. aculeata* en primavera.

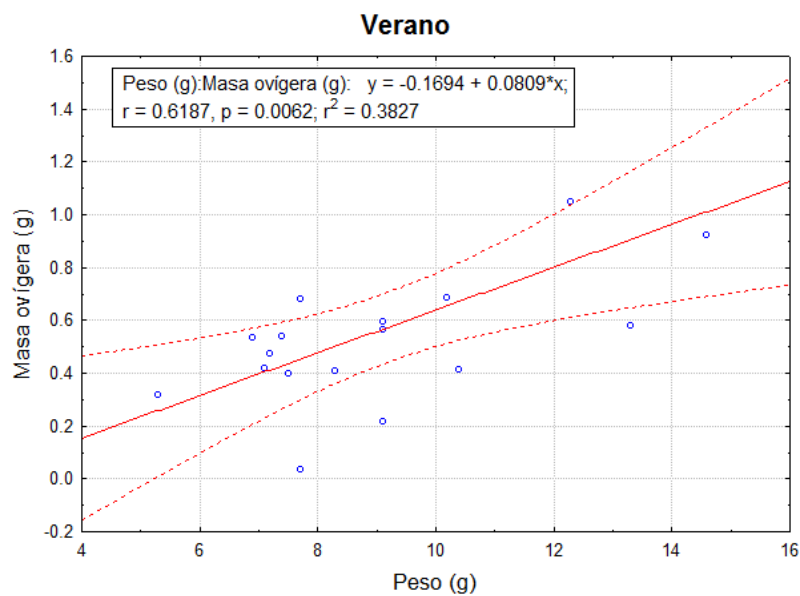


Figura 53. Relación entre el peso de la hembra (g) y el peso de la masa ovígera de *G. aculeata* en verano.

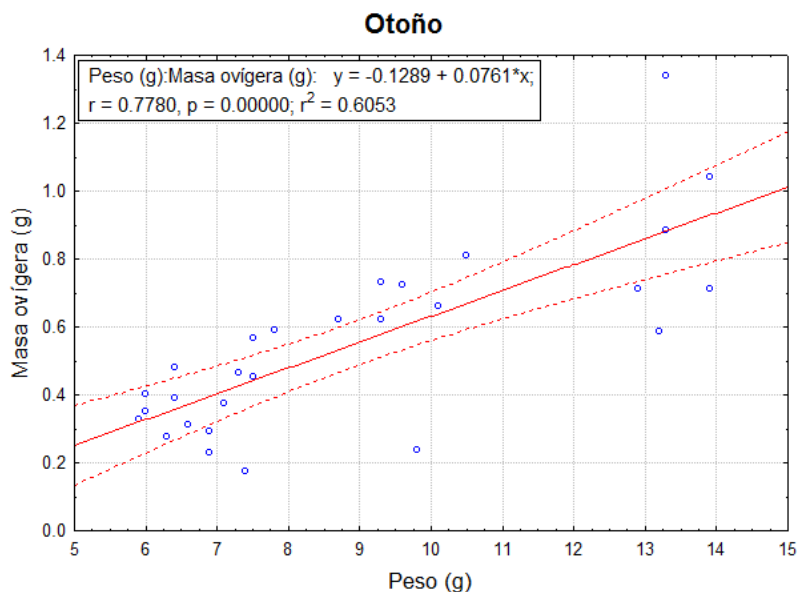


Figura 54. Relación entre el peso de la hembra (g) y el peso de la masa ovígera de *G. aculeata* en otoño.

Estadio de los huevos

El número de huevos por estadio fue el siguiente: estadio I de 13-102 huevos, $\bar{X} = 41.89 \pm 19.38$; estadio II de 7- 97 huevos, $\bar{X} = 43.58 \pm 17.28$; y estadio III de 12 - 65 huevos, $\bar{X} = 33.72 \pm 15.17$ (Tabla 6).

Tabla 6. Número de huevos, rango y media $\pm$ SD del número de huevos por estadio de *G. aculeata*

Estadio	N	Rango	Media $\pm$ SD
I	3896	13-102	41.89 $\pm$ 19.38
II	2178	7-97	43.56 $\pm$ 17.28
III	607	12-65	33.72 $\pm$ 15.17

El ANOVA mostró diferencias en el número de huevos en los distintos estadios ($F(2,537) = 57.862$; $p < 0.0001$) (Fig.55). De acuerdo con la prueba de Tukey las diferencias se registraron en los tres estadios, con una disminución conforme avanzó el estado de desarrollo (Tabla 7).

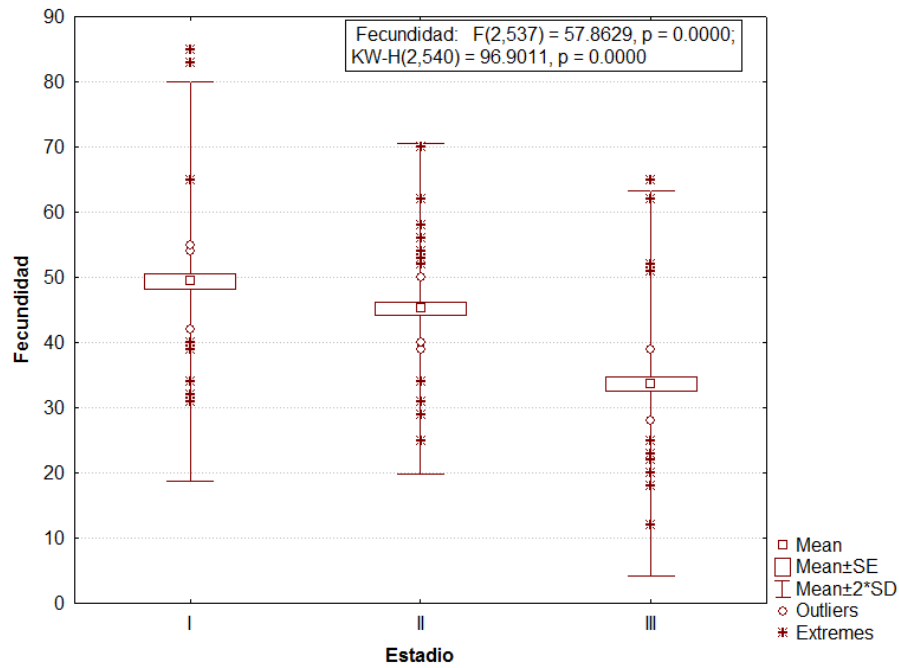


Figura 55. Distribución del número de huevos con respecto al estadio larval de *G. aculeata*.

Tabla 7. Prueba de Tukey; el número de huevos por estadio

Estadio	I	II	III
I		0.015	<0.001
II	0.015		<0.001
III	<0.001	<0.001	

La fecundidad mostró diferencias conforme a la profundidad (ANOVA: $F(3,536) = 10.044$; $p < 0.05$) (Fig. 56), dichas diferencias fueron encontradas entre casi todos los intervalos, excepto entre “800-899” y “900-999” (Tabla 8).

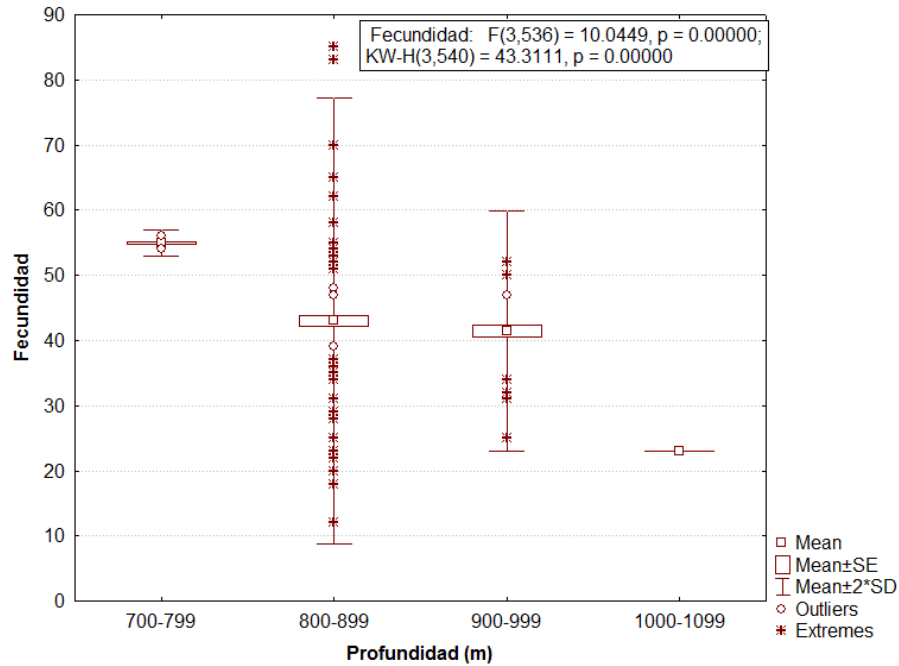


Figura 56. Distribución de la fecundidad con respecto a la profundidad de *G. aculeata*.

Tabla 8. Prueba de Tukey; fecundidad por intervalo de profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m	1000-1099 m
700-799 m		0.778	0.003	<0.001
800-899 m	0.778		0.001	0.001
900-999 m	0.003	0.001		<0.001
1000-1099 m	<0.001	0.001	<0.001	

El peso de la masa ovígera por estadio varió de la siguiente manera: 0.0089-1.486 g en el estadio I ($\bar{X} = 0.49 \pm 0.25$ g); 0.11-1.58 g en el estadio II ($\bar{X} = 0.64 \pm 0.27$ g); y 0.23-1.34 g en el estadio III ($\bar{X} = 0.56 \pm 0.29$ g) (Tabla 9).

Tabla 9. Masa ovígera, rango y media $\pm$ SD del peso de la masa ovígera (g) de *G. aculeata* por estadio.

Estadio	N	Rango (g)	Media $\pm$ SD (g)
I	92	0.0089 – 1.486	0.49 $\pm$ 0.25
II	51	0.1166 – 1.5888	0.64 $\pm$ 0.27
III	18	0.2373 – 1.3406	0.56 $\pm$ 0.29

El peso de la masa ovígera por estadio presentó diferencias significativas (ANOVA: $F(2,537) = 5.363$; $p < 0.05$) (Fig. 57). La prueba de Tukey indicó que esta diferencia se encontró entre el estadio II y III con un $p = 0.003$ (Tabla 10).

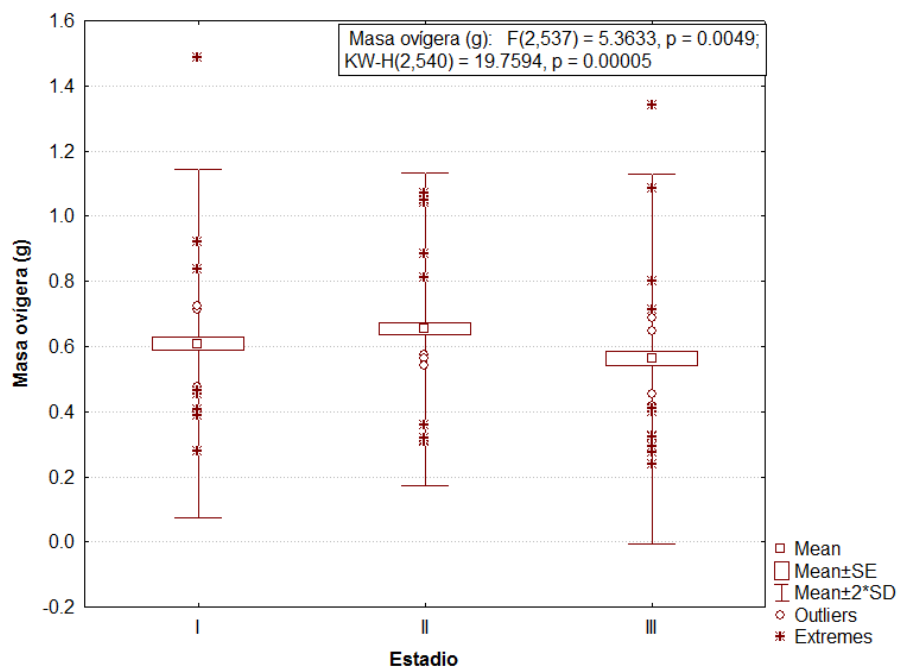


Figura 57. Distribución del peso de la masa ovígera con respecto al estadio de los huevos de *G. aculeata*.

Tabla 10. Prueba de Tukey; peso de la masa ovígera por estadio larval

Estadio	I	II	III
I		0.221	0.238
II	0.221		0.003
III	0.238	0.003	

El peso de la masa ovígera con respecto al intervalo de profundidad, presentó diferencias significativas ($KW-H(3,540) = 2.759$; $p = 0.04$) (Fig. 58), entre los intervalos 700-799 m y 1,000-1,099 m ($p = 0.025$) (Tabla 11).

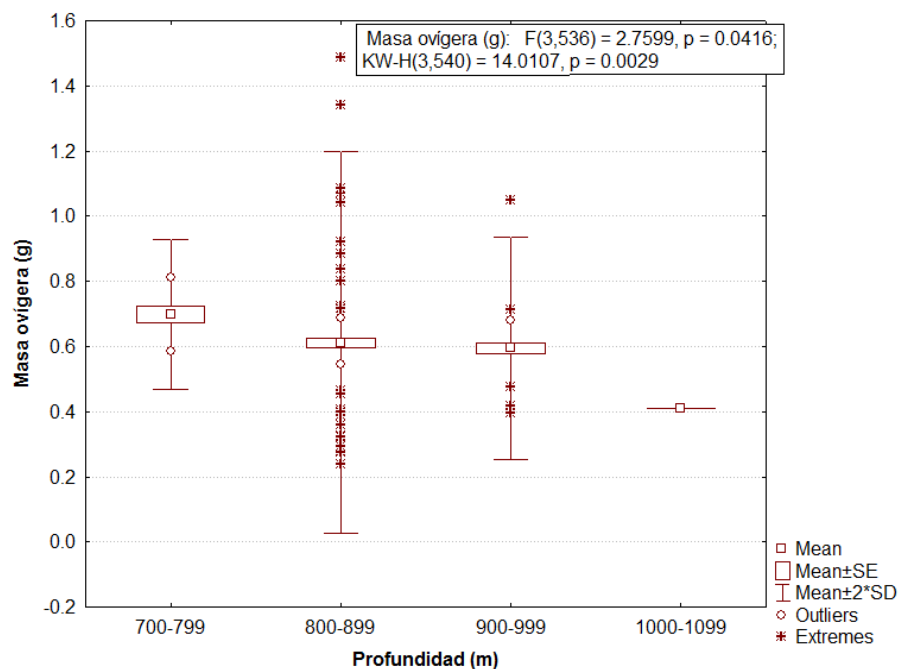


Figura 58. Distribución de la masa ovígera con respecto a la profundidad de *G. aculeata*.

Tabla 11. Prueba de Tukey; peso de la masa ovígera por intervalo de profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m	1,000-1,099 m
700-799 m		0.483	0.371	0.025
800-899 m	0.483		0.928	0.081
900-999 m	0.371	0.928		0.150
1,000-1,099 m	0.025	0.081	0.150	

Volumen del huevo

El volumen del huevo por estadio arrojó los siguientes resultados: estadio I, $\bar{X} = 0.56 \pm 0.24$ mm³; estadio II, $\bar{X} = 0.96 \pm 0.26$ mm³; y estadio III, $\bar{X} = 0.57 \pm 0.12$ mm³ (Tabla 12).

Tabla 12. Media del tamaño del huevo de *G. aculeata*.

Estadio	N	Rango	Media $\pm$ SD
I	180	0.21 – 1.41	0.56 ± 0.24
II	180	0.52 – 1.76	0.96 ± 0.26
III	180	0.32 – 0.98	0.57 ± 0.12

Se observaron diferencias significativas en el volumen con relación al estadio (ANOVA: $F(2,537) = 189.208$, $p < 0.05$) (Fig. 59). Las diferencias se registraron entre: el estadio I y II; y el estadio II y III ($p < 0.001$). No se obtuvieron diferencias significativas entre el estadio I y III (Tabla 13).

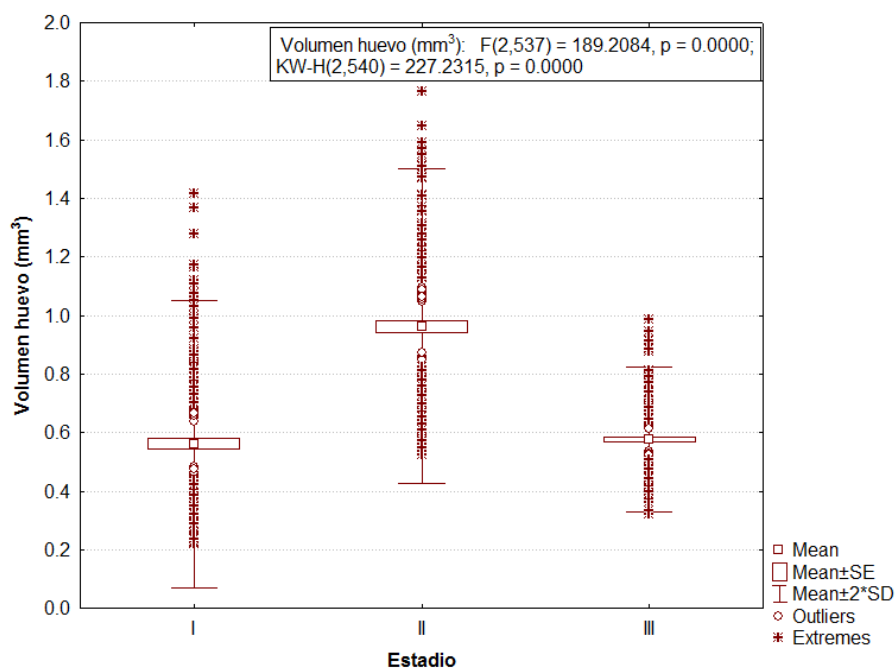


Figura 59. Distribución del volumen del huevo con respecto al estadio de *G. aculeata*.

Tabla 13. Prueba Tukey; volumen del huevo con respecto al estadio larval

Estadio	I	II	III
I		<0.001	0.810
II	<0.001		<0.001
III	0.810	<0.001	

Asimismo, el análisis de varianza mostró diferencias en el volumen de los huevos en los diferentes estratos. Se observó una disminución en el volumen del huevo conforme se incrementó la profundidad (ANOVA: $F(3,536) = 4.546$; $p < 0.05$) (Fig. 60). La diferencia fue significativa entre el intervalo de 1,000-1,099 m y los demás intervalos de profundidad (Tabla 14).

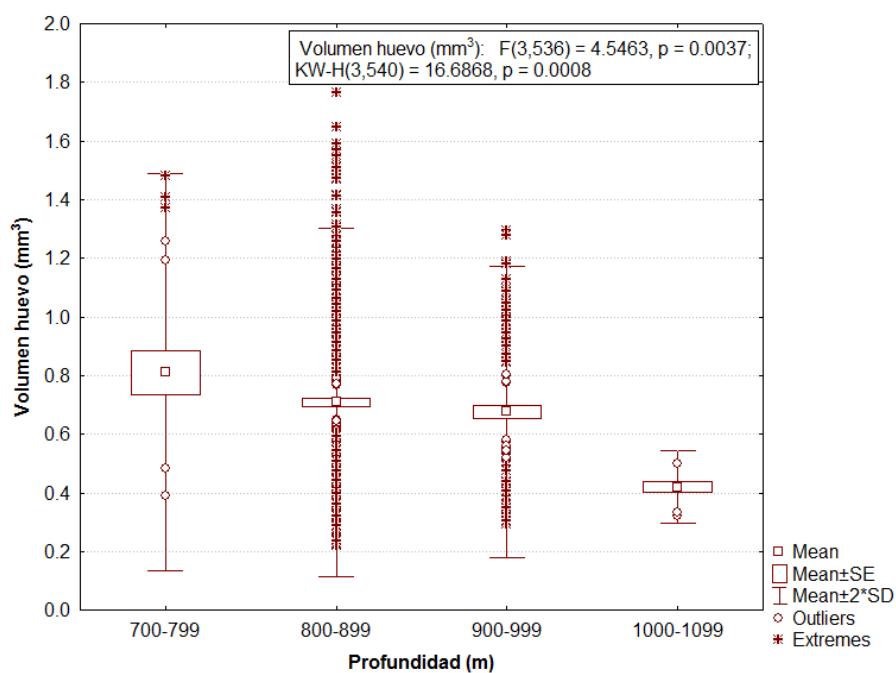


Figura 60. Distribución del volumen del huevo con respecto a la profundidad de *G. aculeata*.

Tabla 14. Prueba Tukey; volumen del huevo con respecto a la profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m	1,000-1,099 m
700-799 m		0.408	0.218	0.002
800-899 m	0.408		0.721	0.008
900-999 m	0.218	0.721		0.033
1,000-1,099 m	0.002	0.008	0.033	

Fueron el estadio II (ANOVA: $F(2,177) = 3.724$; $p < 0.05$) y III (ANOVA: $F(2,177) = 10.9414$; $p < 0.001$) los que mostraron diferencias significativas (Figuras 61 y 62).

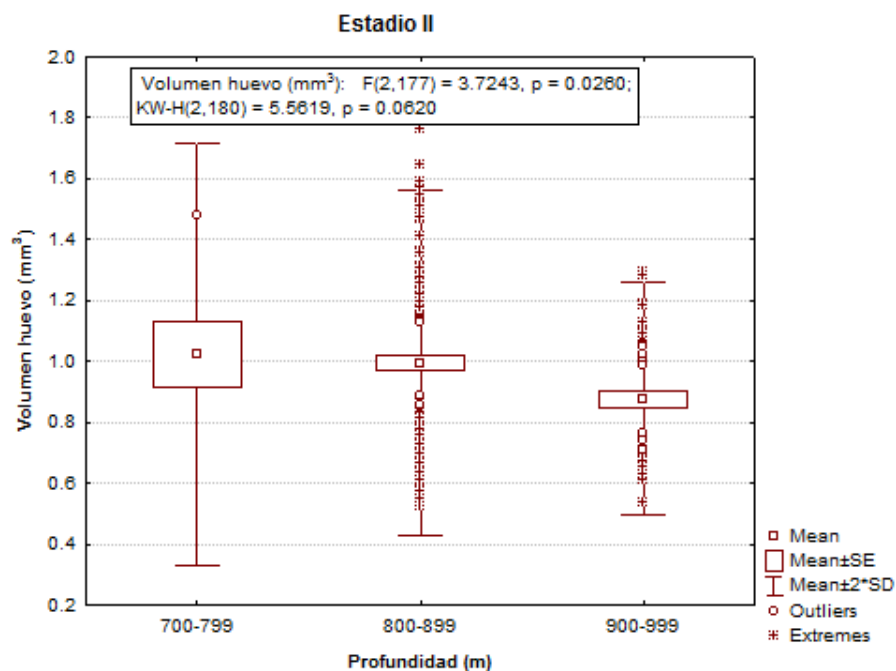


Figura 61. Distribución del volumen del huevo en el estadio II con respecto a la profundidad de *G. aculeata*.

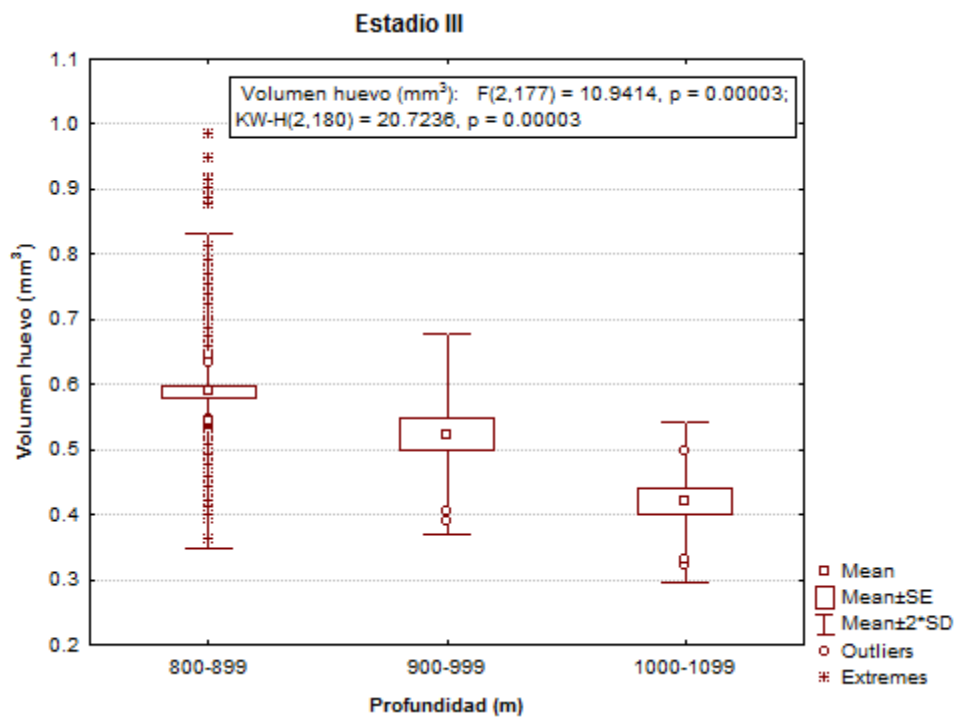


Figura 62. Distribución del volumen del huevo en el estadio III con respecto a la profundidad de *G. aculeata*.

En el estadio II, dichas diferencias se encontraron entre el intervalo 800-899 y el 900-999 (Tabla 15). Mientras que en el estadio III fue entre el intervalo 800-899 y 1000-1099 (Tabla 16).

Tabla 15. Prueba Tukey; volumen del huevo en el estadio II con respecto a la profundidad.

Intervalo	700-799 m	800-899 m	900-999 m
700-799 m		0.943	0.250
800-899 m	0.943		0.023
900-999 m	0.250	0.023	

Tabla 16. Prueba Tukey; volumen del huevo en el estadio III con respecto a la profundidad.

Intervalo	800-899 m	900-999 m	1000-1099 m
800-899 m		0.196	< 0.001
900-999 m	0.196		0.116
1000-1099 m	< 0.001	0.116	

La comparación entre los distintos periodos climáticos también mostró diferencias significativas (ANOVA: $F(2,537) = 12.907$; $p < 0.0001$) (Fig. 63); entre Primavera-Otoño ($p < 0.001$) y Primavera-Verano ($p < 0.001$) (Tabla 17).

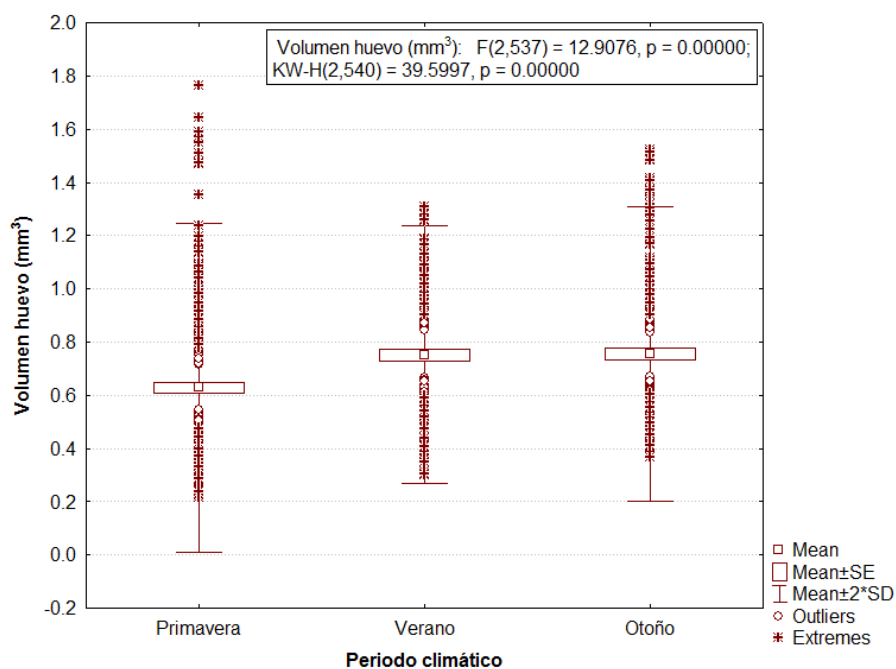


Figura 63. Distribución del volumen del huevo con respecto al periodo climático de *G. aculeata*

Tabla 17. Prueba Tukey; volumen del huevo con respecto al periodo climático.

Periodo climático	Primavera	Verano	Otoño
Primavera		<0.001	<0.001
Verano	<0.001		0.994
Otoño	<0.001	0.994	

De los tres estadios, el estadio I fue el único que mostró diferencias significativas con respecto a todo los periodos climáticos (ANOVA: $F(2,177) = 72.426$; $p < 0.0001$) (Figura 64, Tabla 18).

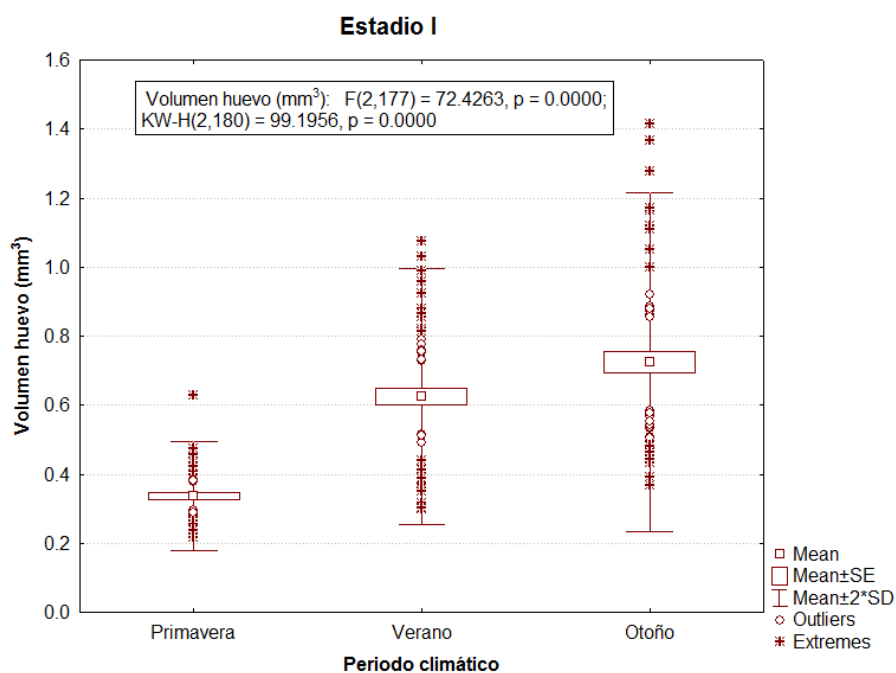


Figura 64. Distribución del volumen del huevo en el estadio I con respecto al periodo climático de *G. aculeata*

Tabla 18. Prueba Tukey; volumen del huevo en el estadio I con respecto al periodo climático.

Periodo climático	Primavera	Verano	Otoño
Primavera		<0.001	<0.001
Verano	<0.001		0.008
Otoño	<0.001	0.008	

VIII. Discusión

G. aculeata se distribuyó en casi todos los sectores y subsectores del Golfo de México, lo que coincide con lo registrado en otros estudios (Felder *et al.*, 2009; Vázquez-Bader y Gracia 2013, 2021). La distribución batimétrica de la especie registrada para el suroeste del Golfo de México es de 444 a 1,144 m (Vázquez-Bader y Gracia 2013, 2021); no obstante, en el presente estudio se observó un intervalo más estrecho (704-1,070 m). Asimismo, Alves Junior (2015) registra un intervalo de 150 –1,000 m; sin embargo, en una publicación posterior, Alves- Junior *et al.* (2017) señalan un intervalo para la especie de 902-1,068 m en Brasil.

La distribución batimétrica mostró que las hembras no ovígeras se distribuyen en un intervalo más amplio (704-1,092 m), en comparación con las hembras ovígeras (761.5-1,143 m) y machos (761.5-1092 m), mientras que Alves-Junior *et al.* (2017) registraron que las hembras no ovígeras se distribuyen en un intervalo más estrecho (955-1,006 m).

Las hembras (ovígeras y no ovígeras) alcanzaron mayores tallas que los machos, similar a lo registrado por diversos autores (Holthuis, 1971; Komai, 2004; Vázquez-Bader y Gracia, 2013; Alves-Júnior *et al.*, 2017). Cabe mencionar que, en Brasil (Alves-Júnior *et al.*, 2017), las hembras ovígeras presentaron tallas mayores en comparación con los datos obtenidos en el suroeste del Golfo de México

Los valores de densidad de la especie con respecto al periodo climático variaron, en el presente estudio similar a lo reportado en el noroeste de Brasil (Alves-Junior *et al.*, 2017), los mayores valores corresponden a primavera, mientras que en el estudio de Vázquez-Bader y Gracia (2013) fueron en verano. Dentro del suroeste del Golfo de México, las mayores densidades se obtuvieron en el subsector SSW (Bahía y Banco de Campeche, en el presente estudio), lo que concuerda con lo registrado por Vázquez-Bader y Gracia (2013). Estos últimos autores mencionan también al ESE del Golfo como una zona de alta densidad, sin embargo, en el presente estudio no se muestreó esta zona. Con referencia a la densidad por sexo, se observó que en general la mayor densidad correspondió a las hembras ovígeras y la

menor a los machos, al contrario de lo reportado para el noroeste de Brasil, donde se registró una mayor densidad de machos, seguida de hembras ovígeras (Alves Junior, 2015).

La proporción sexual de la especie favoreció a las hembras en cada uno de los periodos climáticos e intervalos de profundidad (Vázquez-Bader y Gracia, 2013) a diferencia de lo registrado en Brasil, donde la proporción sexual favoreció a los machos (Alves Junior, 2015).

La talla de las hembras en decápodos es considerada como uno de los factores determinantes de la fecundidad (Li, *et al.*, 2011). En *G. aculeata* se observó una relación positiva significativa ($r = 0.68$), entre la talla de la hembra y la fecundidad, en otras especies de carideos esta relación fue mayor: *G. investigatoris* ($r = 0.81$) (Benjamin *et al.*, 2019), *G. alata* ($r = 0.87$) (Quiroga y Soto, 1997) al igual que en otros carideos (Anger y Moreira, 1998; Bilgin y Samsun, 2006; Briones-Fourzán *et al.*, 2010; Company y Sardà, 1997; Corey y Reid, 1991; Kim, 2008; Li, *et al.*, 2011; Llorda *et al.*, 2000; Vargas-Ceballos *et al.*, 2018).

Las especies de *Glyphocrangon*, al igual que otros crustáceos que habitan zonas de mayor profundidad, tienen baja fecundidad, pero los huevos generalmente son de gran tamaño ej. *Chorismus antarcticus*, *Notocrangon antarcticus*, *Nematocarcinus lanceopes*, *Lebbeus antarcticus* y *Eualus kinzeri* (Gorny *et al.*, 1992) y *Rimicaris exoculata*, *Chorocaris chacei* y *Mirocaris fortunata* (Llodra *et al.*, 2000) o como en especies de agua dulce: *Oplophorus*, *Hymenodora* y *Ephyrina* (Nazari, *et al.*, 2003). El número de estadios embrionarios en *G. aculeata* se ha clasificado en 3 etapas, al igual que en otras especies del género, como *G. investigatoris*, *G. sculpta* y *G. longirostris* (Benjamin *et al.*, 2019; Dobkin, 1965; Wenner, 1978). Esta reducción en el desarrollo embrionario es una adaptación de los organismos a condiciones medio-ambientales que son física y/o ecológicamente desfavorables, tales como baja temperatura, aumento de la presión y la escasez de alimento (Anger, 2001; Bauer, 2004; Benjamin *et al.*, 2019). En el desarrollo abreviado, la larva se alimenta del vitelo de los huevos y depende principalmente de la energía invertida por las hembras en la reproducción. De esta manera, puede eclosionar un organismo que es parcial o totalmente independiente de la cantidad de alimento del medioambiente (Anger, 2001), como por ejemplo en *G.*

spinicauda que eclosionan individuos con ojos y desarrollo completo de los pleópodos (Bauer, 2004; Dobkin, 1965).

Las larvas de los glifocrangónidos y otros carideos permanecen cerca del hábitat de los adultos y no realizan migraciones a aguas superficiales donde hay disponibilidad de alimento. Así, además de evitar la depredación de los estadios larvarios, no invierten energía en subir a alimentarse y bajar después a zonas más profundas (Bauer, 2004). Sin embargo, en otras especies de carideos que habitan las mismas zonas profundas se presentan diferentes estrategias reproductivas, por ejemplo, en la familia Nematocarcinidae las hembras ovígeras migran a zonas menos profundas y desovan una gran cantidad de huevos con poco vitelo, las larvas que eclosionan de los huevos son planctotróficas (con varias etapas de desarrollo) y al llegar al estadio de juvenil regresan a su hábitat en zonas más profundas. La desventaja de estas especies de larvas planctotróficas es que, aunque hay mayor disponibilidad de alimento y tienen una alta dispersión están expuestas a una mayor depredación y no hay cuidado parental de los huevos (Bauer, 2004; Wenner, 1978). El cuidado parental de los huevos presenta diversas estrategias entre los crustáceos desde nulo (como en eufásidos y peneidos), protección de masa ovígera en la cavidad abdominal (anfípodos, carideos, braquiuros) y cuidado hasta la etapa de juveniles (anfípodos y otros) (Fernández et al. 2020).

El número de huevos de *G. aculeata* presentó valores bajos (7-109) en comparación con otras especies del género, *G. investigatoris* (56-233) en el Indo Pacífico (Benjamin *et al.*, 2019) y *G. alata* (17-179) en el Pacífico este (Quiroga y Soto, 1997). Sin embargo, se observó una variación en el número de huevos con respecto al gradiente de profundidad, a menor profundidad mayor número de huevos y viceversa, pero esta variación no fue significativa con relación a los periodos climáticos. El análisis de la relación del número de huevos con respecto al estadio mostró una disminución conforme al estado de desarrollo. La pérdida de huevos en carideos se produce de manera natural, aunque también se ha mencionado que los parásitos y el aumento del tamaño del huevo afectan la fecundidad (Balasundaram y Pandian, 1982; Bilguin, 2005). Nazari *et al.* (2003), mencionan que esta disminución parece ser resultado del acomodo de los huevos en la masa ovígera, que al ser menos abundantes

propicia una mejor circulación de agua y por lo tanto una mejor oxigenación de los huevos. Esta ventilación de la masa ovígera es un comportamiento que también se observa en langostas y cangrejos, en los camarones carideos se ha detectado que las larvas expiden feromonas que se relacionan con el cuidado a lo largo del desarrollo larvario (Reinsel *et al.*, 2014).

Con respecto al peso de la masa ovígera, se observó una relación positiva con la talla y peso de la hembra. Esta relación varió en correspondencia con el periodo climático (mayor en primavera y otoño) y al intervalo batimétrico (mayor entre 700-799 m).

Algunos autores (Bilgin y Samsun, 2006; Benjamin *et al.*, 2019; Clarke, 1993a; Clarke, 1993b; Li, *et al.*, 2011) mencionan que el volumen de los huevos aumenta de forma lineal conforme al desarrollo embrionario. No obstante, para *G. aculeata* se observó que existen diferencias significativas entre los estadios I-II y II-III, es decir un aumento en estadio II (verano y otoño, 700-799 m) y una disminución en III. Este aumento en el volumen es un evento común en decápodos y ha sido atribuido a dos factores principales: la concentración de agua y la cantidad de proteínas y grasas (Benjamin *et al.*, 2019; Clarke, 1993a; Pandian, 1970). Por ejemplo, en *G. investigatoris* el contenido de agua fue estimado en 63% y los huevos fueron tres veces más grandes en el tercer estadio que en el primero.

El desove en *G. aculeata* podría llevarse a cabo más de una vez al año, como se ha mencionado para otras especies de crustáceos que habitan zonas profundas (Bauer, 2004). En el presente estudio se capturaron hembras ovígeras en los tres periodos climáticos y aunque se observó un máximo en primavera, sin embargo no hubo diferencias significativas. No obstante, la mayor abundancia en primavera se observó en el intervalo de 800-899 m en comparación con verano y otoño, con menor abundancia y a una profundidad mayor (900-999 m). En el NO de Brasil (Alves-Júnior *et al.*, 2017), las hembras ovígeras de *G. aculeata* se recolectaron en primavera y otoño a mayores profundidades (980 m y 1,032 m, respectivamente), en comparación con lo registrado en el presente estudio para el SO del Golfo de México. Las variaciones en la abundancia y talla con respecto a la profundidad se observaron en machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras. En las hembras ovígeras la abundancia y la talla fueron mayores en los intervalos batimétricos de menor profundidad.

La distribución y abundancia con respecto a la profundidad podrían estar influenciadas por la proporción sexual y conductas reproductivas como la sobrevivencia de las larvas y la dispersión de éstas (Castilho *et al.*, 2008). También, Kim *et al.* (2020) y Park *et al.* (2012), mencionan que esta distribución batimétrica es importante para asegurar la distribución y reclutamiento de las larvas. Al parecer, en los camarones de zonas profundas, la profundidad desempeña un factor primordial en la distribución de los diferentes estadios de desarrollo (Politou *et al.*, 2008).

IX. Conclusiones

- *Glyphocrangon aculeata* se registró en el talud continental de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco (WNW, WSW y SSW) entre los 704-1,143 m de profundidad.
- Las mayores densidades se registraron en primavera, en el subsector SSW (Bahía y Banco de Campeche); las hembras registraron las mayores tallas además de predominar sobre los machos en todos los periodos climáticos.
- Las hembras ovígeras se distribuyeron en el intervalo batimétrico de 704-1092 m y estuvieron presentes en todos los periodos climáticos.
- La densidad de las hembras ovígeras, cambió conforme a la profundidad siendo mayor en el intervalo de 800-899 m .
- La fecundidad de *Glyphocrangon aculeata* varió entre 7 y 102 huevos. El número de huevos varió en función del estadio, siendo menor en el estadio III.
- La fecundidad y el peso de la masa ovígera presentaron una relación lineal positiva con respecto a la longitud del cefalotórax y el peso de la hembra ovígera.
- La fecundidad y el peso de la masa ovígera fueron disminuyendo conforme al estadio y a la profundidad.
- El volumen del huevo aumentó del estadio I al II; sin embargo, se registró una disminución del estadio II al III. Igualmente se observó una disminución en el volumen conforme a mayor profundidad

X. Literatura citada

- Alves-Júnior, F. D. A. (2015). *Camarões de profundidade da família Glyphocrangonidae (Decapoda: Caridea) da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco)*. 94 pp.
- Alves-Júnior, Flavio de Almeida, Araújo, Marina de Sá Leitão Câmara de, y Souza-Filho, Jessor F. (2017). New records and bathymetric distribution of deep-sea shrimps of the family Glyphocrangonidae (Decapoda: Caridea) from the Potiguara Basin, northeastern Brazil. *Nauplius*, 25, 1-15.
- Anger, K. (2001). *The biology of decapod crustacean larvae*. Crustacean Issues, Vol. 14. Lisse: AA Balkema Publishers. 417 pp.
- Anger, K., y Moreira, G. S. (1998). Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, 18(4), 823-838.
- Bauer, R. T. (2004). *Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans* (Vol. 7). University of Oklahoma Press. 282 pp.
- Baeza, J. A. (2018). Sexual systems in shrimps (infraorder Caridea Dana, 1852), with special reference to the historical origin and adaptive value of protandric simultaneous hermaphroditism (269-310 p.). In: J. L. Leonard (Ed.), *Transitions Between Sexual Systems*. Springer, Cham. 363 pp.
- Balasundaram, C., y Pandian, T. J. (1982). Yolk energy utilization in *Macrobrachium nobilii* (Henderson & Mathai). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 61(2), 125-131.
- Benjamin, D., Harikrishnan, M., Rozario, J., Jose, D., Kurup, B., Sreedhar, U., y Cubelio, S. (2019). Reproductive traits of deep-sea armoured shrimp, *Glyphocrangon investigatoris* from Bay of Bengal, Indian Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99 (1), 93-100.
- Bilgin, S. y Samsun, O. (2006). Fecundity and egg size of three shrimp species, *Crangon crangon*, *Palaemon adspersus* and *Palaemon elegans* (Crustacea: Decapoda: Caridea), off Sinop Peninsula (Turkey) in the Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 30, 413-421.

- Briones-Fourzán, P., Barradas-Ortiz, C., Negrete-Soto, F. y Lozano-Álvarez, E. (2010). Reproductive traits of tropical Deep-water pandalid shrimps (*Heterocarpus ensifer*) from the SW Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part I*, 57(8), 978-987.
- Castilho, A. L., Da Costa, R. C., Fransozo, A., y Negreiros-Fransozo, M. L. (2008). Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. *Marine Biology Research*, 4(5), 361-368.
- Clarke A. (1993a) Egg size and egg composition in polar shrimps (Caridea: Decapoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 168, 189-203.
- Clarke A. (1993b). Reproductive Trade-Offs in Caridean Shrimps. *Functional Ecology*, 7, 411-419.
- Company, J. B. y Sardà, F. (1997). Reproductive patterns and population characteristics in five deep-water pandalid shrimps in the Western Mediterranean along a depth gradient (150-1100). *Marine Ecology Progress Series*, 148, 49-58.
- Corey, S. (1987). Reproductive strategies and comparative fecundity of *Crangon septemspinosa* say (Decapoda, Caridea). *Crustaceana*, 52, 25-28.
- Corey, S. y Reid, D. (1991). Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana*, 60, 270-294.
- Correa, C. y Thiel, M. (2003). Mating systems in caridean shrimp (Decapoda: Caridea) and their evolutionary consequences for sexual dimorphism and reproductive biology. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 187–203
- De Grave, S., Pentcheff, N. D., Ahyong, S. T., Chan, T. Y., Crandall, K. A., Dworschak, P. C., Felder, D. L., Feldmann, R. M., Fransen, C. H. J. M., Goulding, L. Y. D., Lemaitre, R., Low, M. E. Y., Martin, J. W., Ng, P. K. L., Schweitzer, C. E., Tan. S.H., Tshudy, D. y Wetzer, R. (2009). A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 21, 1-109.
- De Grave, S. y Fransen. (2011) *Cardeorum Catalogus*: the recent species of the dendrobranchiate stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) *Zoologische Mededelingen Leiden*, 85, 195-588.

- Dobkin, S. (1965). The early larval stages of *Glyphocrangon spinicauda* A. Milne Edwards. *Bulletin of Marine Science*, 15(4), 872-884.
- Echeverría-Sáenz, S., y Nelson, D. (2011). Egg production of the commercially exploited deep water shrimp, *Heterocarpus vicarius* (Decapoda: Pandalidae), Pacific Costa Rica. *Journal of Crustacean Biology*, 31(3), 434-440.
- Felder, D.L., Álvarez, F., Goy, J.W. y Lemaitre, R. (2009) Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea (1019–1104 p.). In: Felder, D.L. & Camp, D.K. (Eds.), *Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota Volume 1, Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas. 1,449 pp.
- Fernández, M., Brante, A., y Baldanzi, S. (2020). Costs and benefits of brooding among decapod crustaceans: The challenges of incubating in aquatic systems (86-114 p.). In: R. D. Cothran and M. Thiel (Eds.), *Reproductive Biology*, Vol. 6. *The Natural History of the Crustacea*. Oxford University Press. 584 pp.
- Gorny, M., Arntz, W. E., Clarke, A., y Gore, D. J. (1992). Reproductive biology of caridean decapods from the Weddell Sea. *Polar Biology*, 12(1), 111-120.
- Holthuis, L.B. (1971). The Atlantic shrimps of the deep-sea genus *Glyphocrangon* A. Milne Edwards, 1881. Biological results of the University of Miami deep- sea expeditions 75. *Bulletin of Marine Science*, 21, 267-373.
- Kim, H. J., Kim, H. G., y Oh, C. W. (2020). Diet composition and feeding strategy of John Dory, *Zeus faber*, in the coastal waters of Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 44(1), 1-8.
- Kim, S. H. (2008). Growth, Fecundity, Egg Size and Recruitment of *Palaemon serrifer* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Journal of Ecology and Environment*, 31(1), 9-15.
- Komai, T. (2004). Deep-sea shrimps of the genus *Glyphocrangon* A. Milne-Edwards (Crustacea, Decapoda, Caridea, Glyphocrangonidae) from off southeastern coast of Brazil collected during the Revizee Program. *Arquivos do Museu Nacional*, 62, 31-44.
- Komai, T. (2011). Further records of Deep-shrimps of the genus *Glyphocrangon* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Glyphocrangonidae) from the Southwestern Pacific, with description of two new species. *Species Diversity*, 16, 31-44.

- Li, H. Y., Hong, S. Y., y Jin, Z. H. (2011). Fecundity and brood loss of sand shrimp, *Crangon uritai* (Decapoda: Crangonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 31(1), 34-40.
- Llodra, E. R., Tyler, P. A. y Copley J.T.P. (2000). Reproductive biology of three caridean shrimp, *Rimicaris exoculata*, *Chorocaris chacei*, and *Mirocaris fortunata* (Decapoda: Caridea), from hydrothermal vents. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom*, 80, 473 - 484.
- Mantelatto, F. L. M. y Fransozo, A. (1997). Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba região, São Paulo. *Crustaceana*, 70, 63-76.
- Martínez, B., y Parés, A. (1998). Circulación del Golfo de México inducida por mareas, viento y la corriente de Yucatán. *Ciencias Marinas*, 24 (1), 65-93.
- Martínez-Mayén, M., & Romero-Rodríguez, J. (2018). Population structure and reproduction of the longtail grass shrimp *Urocaris longicaudata* (Decapoda, Caridea, Pontoniinae) in Laguna de Términos, SW Gulf of Mexico. *Invertebrate Reproduction & Development*, 62(1), 10-18.
- Monreal-Gómez, M. A., Salas-de-León, D. A. y Gracia-Gasca, A. (1997). Mareas y circulación residual en el Golfo de México (201-223 p.). In: M. F. Lavín, (Ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía N°. 3, Unión Geofísica Mexicana. 272 pp.
- Nazari, E. M., Simões-Costa, M. S., Müller, Y. M. R., Ammar, D., & Dias, M. (2003). Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*, 23(4), 862-868.
- Oey, L. Y., T. Ezer, y H. C. Lee, (2005) Loop Current, rings and related circulation in the Gulf of Mexico: A review of numerical models and future challenges (32-56 p.). In: Struges W. & Lugo-Fernandez A. (Eds.), Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and Models, Geophysical Monograph, 161, American Geophysical Union, Washington, D.C. 347 pp.

- Oh, C. W., y Hartnoll, R. G. (2004). Reproductive biology of the common shrimp *Crangon crangon* (Decapoda: Crangonidae) in the central Irish Sea. *Marine Biology*, 144(2), 303-316.
- Pandian T.J. (1970). Ecophysiological studies on the developing eggs and embryos of the European lobster *Homarus gammarus*. *Marine Biology*, 5, 154-167.
- Park, H. M., Oh, C. W., y Sohn, M. H. (2012). Distribution and reproductive aspects of the pandalid shrimp, *Pandalus eous*, in the deep sea of the east sea, Korea. *Animal Cells and Systems*, 16(1), 77-84.
- Politou, C. Y., Tserpes, G., y Dokos, J. (2008). Identification of deep-water pink shrimp abundance distribution patterns and nursery grounds in the eastern Mediterranean by means of generalized additive modelling. *Hydrobiologia*, 612(1), 99-107.
- Quiroga E. J. y Soto R. M. (1997) Relaciones biométricas y fecundidad de *Glyphocrangon alata* (Faxon, 1893) en la zona norte de Chile (21819'S; 70820'W). *Investigaciones Marinas*, 25, 281–285.
- Rajool Shanis, C. P., & Pillai, N. G. K. (2014). *Deep-sea shrimp fishery off Kerala coast with emphasis on biology and population characteristics of Plesionika quasigrandis Chace, 1985* (Doctoral dissertation, Cochin University of Science and Technology).
- Reinsel, K. A., Pagel, K., Kissel, M., Foran, E., Clare, A. S., y Rittschof, D. (2014). Egg mass ventilation by caridean shrimp: similarities to other decapods and insight into pheromone receptor location. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(5), 1009-1017.
- Sturges, W. y Leben, R. (2000). Frequency of ring separations from the Loop Current in the Gulf of Mexico: A revised estimate. *Journal of Physical Oceanography*, 30(7), 1814-1819.
- Toledo, A. (2005). Marco Conceptual: Caracterización ambiental del Golfo de México (25-52 p.). In: A. V. Botello, J. Rendón-Von Osten, G. Gold-Bouchol y C. Agraz-Hernández (Eds.), *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. Univ. Auton. de Campeche, Univ. Nal. Auton. de México, Instituto Nacional de Ecología. 695 pp.

- Vargas-Ceballos, M. A., López-Uriarte, E., García-Guerrero, M. U., Wehrtmann, I. S., Ríos-Jara, E., y Vega-Villasante, F. (2018). Fecundity, egg volume and reproductive output of *Macrobrachium tenellum* (Crustacea: Palaemonidae) from the northern coast of Jalisco, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(3), 502-511.
- Vázquez, A. y Gracia, A. (2013). Crangonidae and Glyphocrangonidae (Decapoda; Caridea) of the Southern Gulf of Mexico. *Zootaxa*, 3669 (3), 367-383.
- Vázquez-Bader, A. R., y Gracia, A. (2021). Deep-Sea Megacrustacean Biodiversity (Crustacea, Decapoda) in the South Gulf of Mexico (473-498 p.). In: M. E. Hendrickx (Ed.), *Deep-Sea Pycnogonids and Crustaceans of the Americas*. Springer, Cham. 708 pp.
- Wenner, E. L. (1978). Comparative biology of four species of glyphocrangonid and crangonid shrimp from the continental slope of the Middle Atlantic Bight. *Canadian Journal of Zoology*, 56(5), 1052-1065.
- Yang, C. H., Chan, T. Y., y Kumar, A. B. (2018). The deep-sea commercial caridean shrimp, *Heterocarpus woodmasoni* (Crustacea: Decapoda: Panalidae), with description of a new species from the western Pacific Ocean. *Bulletin of Marine Science*, 94(1), 85-99.
- Zavala-Hidalgo, J., Morey, S.L., O'Brien, J.J., y Zamudio, L. (2006). On the Loop Current eddy shedding variability. *Atmósfera*, 19(1), 41-48.
- Zimmermann, U., Carvalho, F. L., y Mantelatto, F. L. (2015). The reproductive performance of the Red-Algae shrimp *Leander paulensis* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae) and the effect of post-spawning female weight gain on weight-dependent parameters. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63(3), 207.