



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Relaciones morfométricas y características
reproductivas del camarón de profundidad,
Glyphocrangon spinicauda A. Milne-Edwards, 1881, del
SE del Golfo de México

Tesis para obtener el título de
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

Alan Javier Ramírez Menéndez

DIRECTORA: Dra. Patricia Dolores Briones Fourzán

Enero, 2022



AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Patricia Dolores Briones Fourzán y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica de Sistemas Arrecifales de la Universidad Nacional Autónoma de México, por acompañarme en este proceso y darme la oportunidad de desarrollarme académicamente. Aprecio mucho la dedicación y el apoyo que me dio a pesar de la contingencia por la que estamos pasando.

A los que fueron mis profesores en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por haberme transmitido su pasión y sus enseñanzas, las llevaré siempre conmigo, en mi mente y mi corazón. Gracias por continuar con su loable trabajo que forma biólogos capaces de contribuir a la sociedad, trataré de corresponder aplicando todo lo aprendido en estos años. Haber sido su alumno fue un honor.

A mis amigos de la facultad por acompañarme en esta carrera. Junto a ellos pudimos descubrir apenas la superficie de las maravillas que nos ofrece la biología. Hicieron este recorrido más increíble y haberlo compartido con ellos ha sido de las mejores experiencias de mi vida.

Finalmente, agradezco infinitamente a mi padre por su apoyo incondicional que siempre me ha dado. Soy muy afortunado de tenerlo y que me haya guiado desde el comienzo de mi vida.

DEDICATORIA

A mi parecer, ante los ojos de la sociedad, las ciencias biológicas han sido subestimadas o mal comprendidas en comparación con otras ciencias. La biología me ha enseñado que nosotros no somos lo único importante en el mundo, que la vida es tan fascinante y sorprendente, que inclusive la podemos encontrar en los lugares menos esperados, más recónditos. No somos superiores porque la evolución hizo que pudiéramos desarrollar más nuestras capacidades cognitivas, o porque hayamos logrado construir ciudades y mejorado nuestra calidad de vida. Seguimos siendo parte de la naturaleza, seguimos necesitando del sol, del agua,

de la polinización, de la más mínima interacción biológica y casi nunca nos percatamos de esto. Como especie, no llevamos tanto tiempo en la tierra, y a pesar de ello, se divisa nuestra decadencia. La sociedad necesita más ciencia. Es por esto que este trabajo lo dedico al progreso científico y espero que pueda aportar al conocimiento de un miembro poco estudiado de nuestro hermoso planeta.

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Hipótesis.....	5
3. Objetivos.....	5
4. Material y Métodos.....	5
5. Resultados.....	7
6. Discusión.....	19
7. Conclusiones.....	25
8. Referencias.....	27

RESUMEN

Glyphocrangon spinicauda A. Milne-Edwards, 1881, es un camarón de profundidad perteneciente a la familia Glyphocrangonidae que se distribuye en el Atlántico occidental, incluyendo el Golfo de México, donde habita en un intervalo de profundidad de 256–692 m. Existen pocos trabajos enfocados en los aspectos biológicos de estos organismos, los cuales por lo general se han centrado en su distribución y taxonomía. El presente trabajo tiene por objetivo analizar diferentes relaciones morfométricas, aspectos alométricos, y algunas características sobre su fecundidad. Se obtuvieron un total de 203 individuos, de los cuales 84 fueron machos y 119 hembras. Tanto machos como hembras mostraron una relación lineal positiva en la longitud total, la profundidad del cefalotórax y el peso total, con respecto a la longitud del cefalotórax. Ninguna relación mostró alometría positiva, todas fueron negativas o isométricas. Las 103 hembras ovígeras analizadas presentaron un amplio rango de tallas, probablemente debido a que es una especie iterópara con picos reproductivos en verano. No se presentaron relaciones que indiquen compensaciones en la morfología de las hembras, solo ligeramente en el número de huevos.

Palabras clave: morfometría, alometría, fecundidad, iteroparidad, estrategias reproductivas.

INTRODUCCIÓN

La Familia Glyphocrangonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) posee un solo género, *Glyphocrangon* A. Milne-Edwards, 1881, con 95 especies (WoRMS 2022), de las cuales 12 han sido reportadas para el Atlántico (Holthuis, 1971; Chace, 1984; Han y Li, 2007). En particular, en el Golfo de México se han registrado 6 especies: *Glyphocrangon aculeata*, *G. longirostris*, *G. alispina*, *G. nobilis*, *G. sculptus* y *G. spinicauda* (Pequegnat, 1970). Los glyphocrangónidos son carideos bénticos que habitan en aguas profundas entre 153 m y 6373 m de profundidad (Komai, 2007). Son especies de un tamaño generalmente mediano con un número variable de tubérculos y espinas, con caparazón fuerte y provisto de carinas longitudinales. Estos rasgos morfológicos son considerados diagnósticos para su identificación, por

lo que la posición taxonómica de este género no ha sufrido muchas modificaciones (Holthuis, 1971; Hendrickx, 2012).

Existen numerosos trabajos sobre la distribución y la taxonomía del género *Glyphocrangon* (Pequegnat, 1970; Holthuis, 1971; Chace, 1984; Brand y Takeda, 1996; Komai, 2004a, 2004b, 2007; Han y Li, 2007; Hendrickx, 2014; Alves-Júnior et al., 2017), pero pocos sobre su biología. Burkenroad (1942) mencionó que Bate (1888) describió el desarrollo de la familia Glyphocrangonidae a partir de un embrión extraído del huevo de *G. granulosis*. En su trabajo, Burkenroad también describe el desarrollo del embrión de *G. spinicauda*. Corey y Reid (1991), reportaron el volumen de la masa ovígera para dos especies de *Glyphocrangon*, mientras que Quiroga y Soto (1997) analizaron las relaciones biométricas y estimaron la fecundidad de *G. alata* en Chile. Pacheco et al. (2018) reportaron la estructura de tallas y la distribución de *G. longleyi* y *G. neglecta* en el Caribe colombiano.

Glyphocrangon spinicauda A. Milne-Edwards (1881), se distribuye en el Atlántico occidental desde la costa de Florida hasta Nicaragua, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe, donde habita en un intervalo de profundidad de 256–692 m, con mayor frecuencia entre los 458–660 m (Holthuis, 1971), aunque se registraron algunos especímenes frente a la costa sudoriental de Brasil entre 522 m y 2076 m de profundidad (Komai, 2004b). Se caracteriza por presentar una hilera de tubérculos en la tercera carina anterior y dos hileras transversales de tubérculos en el tergum del primer somito abdominal, un rostro delgado y curvado hacia arriba, dos dientes rostrales laterales, entre otras características (Holthuis, 1971; Chace, 1984). Lampitt y Burnham (1983) pudieron observar, con ayuda de una cámara de lapso de caída libre, algunos rasgos sobre el comportamiento de búsqueda de alimento en *G. spinicauda*. Encontraron que este camarón pasó un tiempo prolongado con el rostro enterrado y su cuerpo flexionado; mostró una velocidad de escape relativamente lenta, sugiriendo una actividad pasiva y de deriva (Anderson y Bullis, 1970), aunque la estrategia de forrajeo observada fue esencialmente activa (“sit and wait”), siendo distinta a la que se presenta comúnmente en especies bentónicas (captura de

presas inmóviles), por lo que se especula una reducción en la locomoción para optimizar su energía.

HIPÓTESIS

Dadas las características de otras especies del mismo género, se espera que en *Glyphocragon spinicauda* exista una relación lineal entre las diferentes medidas del cuerpo con respecto a la longitud del cefalotórax. Asimismo, debido al pequeño tamaño del cuerpo, la mayor parte de las proporciones podrían indicar isometría. Finalmente, al igual que en otras especies del género estrechamente relacionadas, las hembras ovígeras podrían presentar un amplio rango de tallas; además, las relaciones de las características en la fecundidad con respecto a la longitud del cefalotórax y del cuerpo, indicarían que existe alguna compensación en la morfología.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo analizar diferentes relaciones morfométricas, aspectos alométricos, y la relación con algunas características sobre su fecundidad como el número y tamaño de los huevos producidos por las hembras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los especímenes de *G. spinicauda* fueron recolectados sobre el talud continental de la península de Yucatán durante la campaña oceanográfica BIOREPES, llevada a cabo en agosto de 2005 a bordo del B/O “Justo Sierra” de la UNAM. Se utilizó una red de arrastre camaronesa de 24 m de abertura de boca, 4 cm de luz de malla en el cuerpo de la red y 1.5 cm de luz de malla en el sobrecopo, con un tiempo de arrastre de 30 min a una velocidad de 2.3–2.8 m*s⁻¹. El intervalo de profundidad donde se obtuvieron camarones *G. spinicauda* fue de 244–455 m.

Los camarones fueron identificados según Holthuis (1971). Las muestras se preservaron en etanol al 70% para su análisis posterior en el laboratorio. A cada camarón se le registraron las siguientes dimensiones por medio de un vernier con precisión de ± 0.1 mm: longitud cefalotorácica (LC, mm), desde el margen orbital posterior hasta el margen posterior del cefalotórax; longitud del cuerpo (LB, mm),

desde el margen orbital hasta la punta del telson; longitud del rostro (LR, mm), desde la punta del rostro hasta el inicio del margen orbital anterior; profundidad del cefalotórax (PC, mm) en la parte media del cefalotórax a la altura del tercer pereiópodo; ancho del cefalotórax (AC, mm), medido transversalmente a la altura del segundo diente (espina hepática) posterior a la espina branquiostegal. También se midió su peso total (PT, g) en una balanza digital con una precisión de ± 0.01 g, después de eliminar el exceso de humedad con papel absorbente. Las hembras ovígeras fueron pesadas después de remover los huevos.

Los huevos de *G. spinicauda* pudieron ser contados en cada ejemplar sin dificultad y después de eliminar el exceso de humedad con papel absorbente se pesó la masa ovígera en una balanza analítica. Luego, se tomó una submuestra de 10 huevos de cada masa ovígera para estimar el volumen de cada huevo y el volumen de la masa ovígera total, y se registró el estado de desarrollo de los huevos según Wehrtmann (1990). A cada huevo, se le midió la longitud (LH) y el ancho (AH), con un microscopio estereoscópico con ocular graduado. El volumen de cada huevo (VH, mm³) fue calculado con la ecuación $VH = LH \times \pi \times (AH/2)^2$ (Corey y Reid, 1991; Reid y Corey, 1991). Luego, se promedió el volumen de los 10 huevos y se multiplicó por el número total de huevos (NH) para estimar el volumen de la masa ovígera (VMO, mm³) de cada hembra. Se estimó el rendimiento reproductivo (RO) como $RO = (\text{masa total de los huevos de la hembra} / \text{masa de la hembra}) \times 100$ (Clarke et al. 1991).

Se examinaron las relaciones morfométricas LC vs BL, LC vs PC, LC vs PT y LC vs LR por medio de análisis de regresión de mínimos cuadrados. También se realizó una transformación logarítmica (ln) para evaluar la alometría entre relaciones longitudinales (mm vs mm) y longitud-peso (mm vs g), para obtener ecuaciones de tipo: $\ln PT = \ln a + b \ln LC$, donde “a” es el intercepto (coeficiente de crecimiento) y “b” el coeficiente alométrico; lo que implica probar si la pendiente indica isometría ($b = 1$, para relaciones longitud-longitud; $b = 3$ para relaciones longitud-peso). Para la estimación de estas pendientes se utilizó el método de Regresión Reducida del Eje Mayor. Luego se probaron en función de sus intervalos de confianza, es decir,

si el valor de b se encontraba en 1 o 3 (dependiendo el caso) indicaba isometría. Si el intervalo de confianza estaba por debajo, era indicativo de alometría negativa, y, por el contrario, si se encontraba por encima, indicaría alometría positiva (Pacheco et al., 2018; Briones-Fourzán et al., 2020). Para los análisis de fecundidad también se realizaron regresiones de mínimos cuadrados que mostraran si existe relación entre variables de fecundidad como el número de huevos (NH), volumen del huevo (VH), volumen de la masa ovígera (VMO) y el rendimiento reproductivo (RO) contra la longitud del cefalotórax (LC) y la longitud total (BL) en los tres estadios de desarrollo del huevo. Todos los análisis se realizaron con el software PAST v4.03 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 203 individuos de *Glyphocrangon spinicauda*, de los cuales 84 (41.4%) fueron machos y 119 (58.6%) hembras. Esta proporción sexual difirió significativamente de la unidad (χ^2 con corrección de Yates = 5.695, gl = 1, p = 0.017). Del total de hembras, 106 (89%) se encontraban ovígeras y 13 (11%) no ovígeras.

- BIOMETRÍA

Los machos tuvieron un intervalo de cefalotórax 16.6–25.0 mm LC, con una media (\pm DE) de 21.21 ± 1.81 mm, una longitud total de 54–76 mm BL, con una media de 66.84 ± 5.05 mm, y un peso de 2.6–7.1 g, con una media de 5.09 ± 1.09 g. El intervalo de tallas de las hembras fue de 15.0–24.9 mm LC, con una media de 21.55 ± 1.68 , una longitud total de 49–78 mm BL, con una media de 69.09 ± 5.14 mm, y el intervalo de peso fue de 1.9–7.9 g, con una media de 5.64 ± 1.15 (Tabla 1).

Tabla 1. Estadística descriptiva de la morfometría de hembras (H) y machos (M) de *Glyphocrangon spinicauda*.

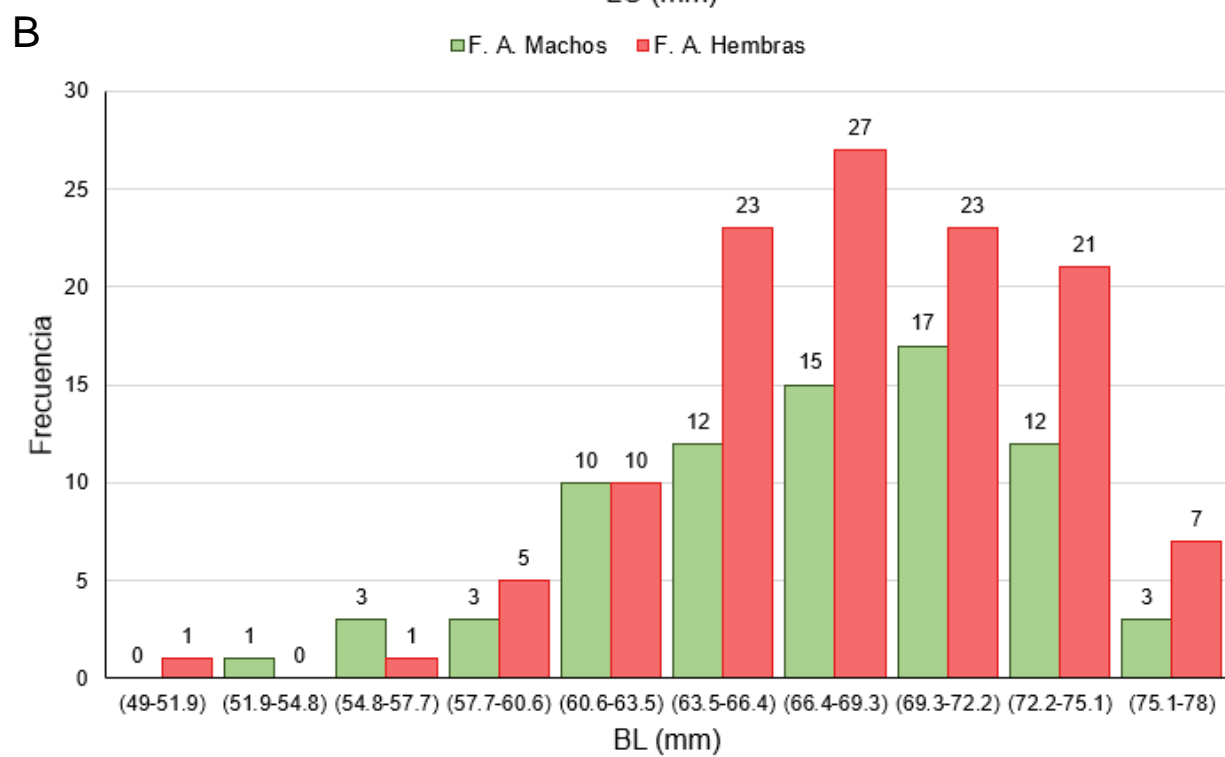
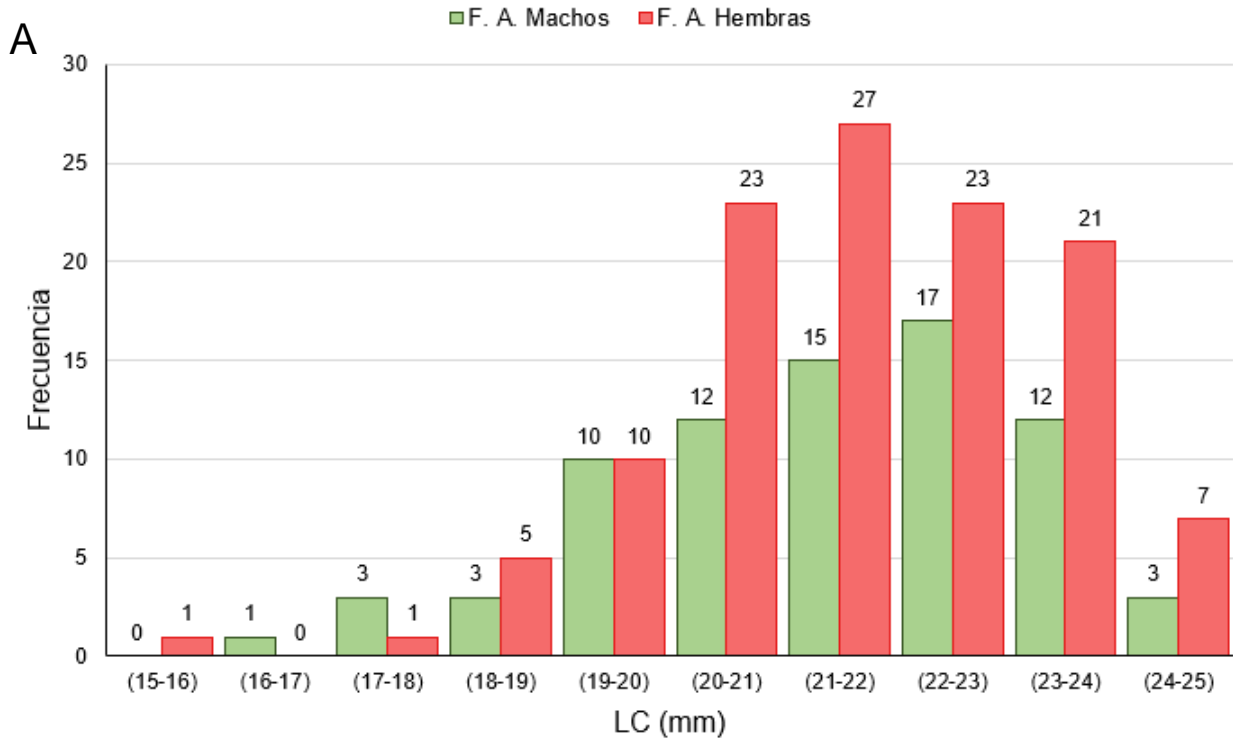
Longitud del cefalotórax (mm)					
Sexo	N	Min	Max	Media	Desv. Est.
H	118	15	24.9	21.55	1.68
M	76	16.6	25	21.21	1.81

Longitud total (mm)					
H	113	49	78	69.09	5.14
M	64	54	76	66.84	5.05
Peso (g)					
H	118	1.95	7.9	5.64	1.15
M	75	2.6	7.1	5.08	1.08

Por otra parte, en la distribución de frecuencia de tallas las hembras presentaron en general una mayor dominancia en casi todas las clases (Figura 1), sin embargo, la comparación entre medias en la longitud del cefalotórax (CL) no mostró diferencias significativas entre machos y hembras; pero con respecto a la longitud total (BL) y el peso total (PT) sí hubo diferencias (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre sexos (H: hembras; M: machos) de las medias de la longitud del cefalotórax (LC), longitud total (LT) y peso (PT) de *Glyphocrangon spinicauda*.

Longitud cefalotórax (mm)				
Sexo	N	Media	z	p
H	118	21.55	1.13	0.25
M	76	21.21		
Longitud total (mm)				
H	113	69.09	2.79	0.005
M	64	66.84		
Peso (g)				
H	118	5.64	3.13	0.001
M	75	5.08		



C

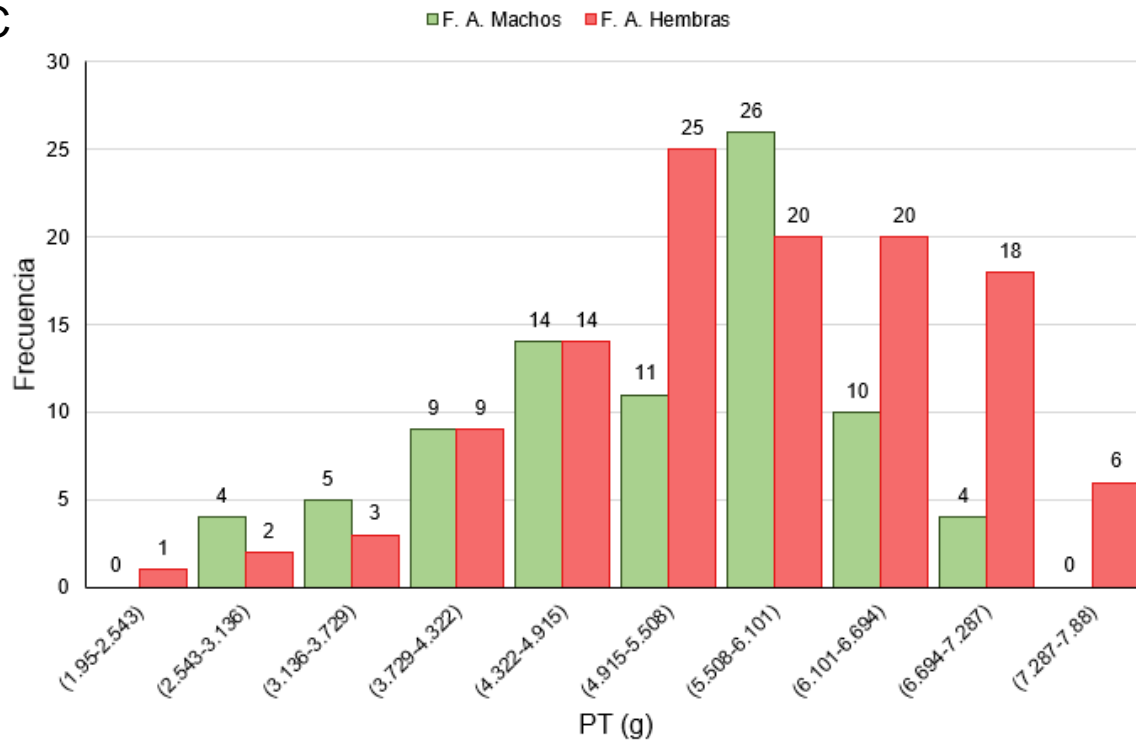


Figura 1. Distribución de la frecuencia de tallas de machos y hembras de *Glyphocrangon spinicauda*. A. Distribución con respecto a la longitud del cefalotórax (CL). B. Distribución con respecto a longitud total (BL). C. Distribución con respecto al peso total (PT).

En las relaciones morfométricas, tanto machos como hembras mostraron una relación lineal positiva en la longitud total (BL), la profundidad del cefalotórax (PC) y el peso total (PT) con respecto a la longitud del cefalotórax (Figura 2 A-C), pero sus pendientes fueron diferentes ($p < 0.05$); sin embargo, no existió una buena relación entre la longitud cefalotorácica (LC) y la longitud del rostro (LR) en ambos sexos, además de que no existieron diferencias entre sus pendientes ($p > 0.05$) (Figura 2 D, Tabla 3).

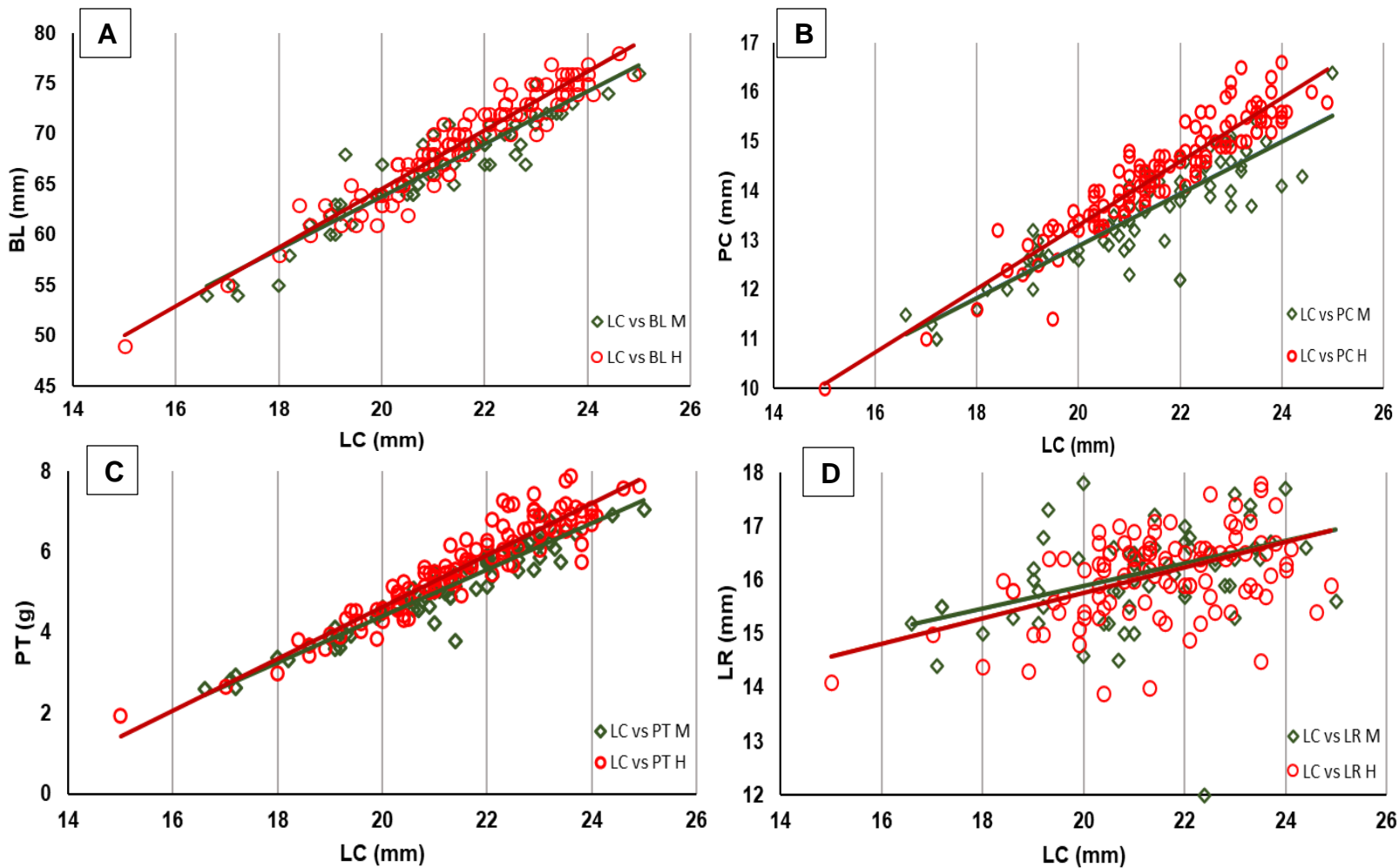


Figura 2. Relaciones morfométricas de *Glyphocrangón spinicauda*. Rombos verdes muestran regresiones entre machos (M) y círculos rojos entre hembras (H). A-C. La longitud total (BL), la profundidad del cefalotórax (PC) y peso total (PT) con respecto a la longitud del cefalotórax (LC), todas mostrando una relación lineal positiva. D. No hay una buena relación entre la longitud del rostro (LR) y la longitud del cefalotórax (LC).

Tabla 3. Estadísticos de las relaciones morfométricas de machos y hembras de *Glyphocrangon spinicauda*. La mayoría de las relaciones presentan un buen coeficiente de correlación y diferencias en las pendientes entre sexos, a excepción de LC vs LR. LC: Longitud del cefalotórax; BL: Longitud total; PC: Profundidad del cefalotórax; LR: Longitud del rostro; PT: Peso total.

Regresión	Ecuación	r ²	F	p
LC (mm) vs BL (mm)				
Machos	BL=11.59+2.6(LC)	0.87	4.11	0.04
Hembras	BL=6.56+2.9(LC)	0.91		
LC (mm) vs PC (mm)				
Machos	PC=2.34+0.52(LC)	0.76	8.97	0.003
Hembras	PC=0.45+0.64(LC)	0.88		
LC (mm) vs LR (mm)				
Machos	LR=11.7+0.20(LC)	0.14	0.14	0.7
Hembras	LR=11.02+0.23(LC)	0.22		
LC (mm) vs PT (g)				
Machos	PT=-7.15+0.57(LC)	0.91	4.29	0.03
Hembras	PT=-8.22+0.64(LC)	0.88		

- ALOMETRÍA

Con respecto a los análisis alométricos entre medidas de talla, ninguna relación mostró alometría positiva; todas fueron negativas o isométricas (Tabla 4). Específicamente, las alometrías (mm vs mm) entre la longitud del cefalotórax (LC) y la longitud del cuerpo (BL) y del rostro (LR) resultaron negativas ($b < 1$), aunque muy cercanas a la isometría. En cuanto a la profundidad del cefalotórax (PC), fue la única medida entre longitudes que mostró isometría ($b = 1$). En contraste, la alometría del peso (PT) con respecto al cefalotórax resultó negativa en machos ($b < 3$) e isométrica en hembras; pero con la longitud total, fue isométrica para ambos sexos ($b = 3$).

Tabla 4. Alometría de *Glyphocrangon spinicauda* entre sus medidas de talla ($b = 1$) y entre medidas de peso ($b = 3$). Se muestran los intervalos de confianza del 95% para corroborar el tipo de alometría.

Regresión (Ln)	Intervalo intercepto a	Intervalo pendiente b	r ²	Alometría
LC (mm) vs BL (mm)				
Machos	1.48 (1.25, 1.7)	0.89 (0.81, 0.96)	0.87	Negativa
Hembras	1.32 (1.18, 1.47)	0.94 (0.89, 0.99)	0.92	Negativa
LC (mm) vs PC (mm)				
Machos	-0.24 (-0.5, 0.04)	0.93 (0.83, 1.02)	0.77	Isometría
Hembras	-0.52 (-0.75, -0.25)	1.03 (0.94, 1.11)	0.88	Isometría
LC (mm) vs LR (mm)				
Machos	0.55 (-0.12, 1.58)	0.72 (0.39, 0.95)	0.13	Negativa
Hembras	0.79 (0.42, 1.26)	0.64 (0.49, 0.76)	0.23	Negativa
LC (mm) vs PT (g)				
Machos	-6.56 (-7.02, -6.12)	2.67 (2.53, 2.83)	0.92	Negativa
Hembras	-6.98 (-7.5, -6.5)	2.83 (2.67, 3.004)	0.9	Isometría
BL (mm) vs PT (g)				
Machos	-10.8 (-11.76, -9.83)	2.95 (2.72, 3.18)	0.87	Isometría
Hembras	-11.01 (-11.77, -10.34)	3.005 (2.84, 3.18)	0.88	Isometría

- FECUNDIDAD

La fecundidad se analizó en 103 hembras ovígeras (3 fueron descartadas debido al bajo número de huevos que poseían), con un intervalo de talla 18.4–24.9 mm LC y un promedio de 21.57 ± 1.49 mm; la longitud del cuerpo presentó un intervalo de 60-78 mm BL, un promedio de 69.36 ± 4.56 mm y el peso osciló de 3.43-7.88 g PT, teniendo un promedio de 5.67 ± 1.07 g.

El número de hembras varió de acuerdo con el estadio en el que se encontraban los huevos. Para el estadio I, correspondieron 32 hembras, 24 para el estadio II y 47 para el estadio III. El volumen promedio de los 10 huevos extraídos de cada hembra con huevos en estadio I, II y III, fue de 11.62 ± 1.94 mm³, 15.09 ± 2.14 mm³ y 21.08 ± 2.74 mm³, respectivamente. Asimismo, el volumen total promedio de la masa ovígera en estadio III fue el más alto (1376.59 ± 379.65 mm³), seguido del

volumen de la masa ovígera en estadio II ($1094.59 \pm 333.25 \text{ mm}^3$) y la masa ovígera en estadio I ($817.17 \pm 218.76 \text{ mm}^3$) (Tabla 5).

Tabla 5. Estadística descriptiva del número de huevos (NH), el volumen de los huevos (VH) y el volumen de la masa ovígera (VMO) en los tres estadios de *Glyphocrangon spinicauda*.

	N	Intervalo	Media	Desv. Est.
NH	103	35 - 121	68.79	68.79
VMO Total	103			
Estadio I	32	480.31 - 1237.02	817.17	218.76
Estadio II	24	528.89 - 1726.31	1094.59	333.25
Estadio III	47	710.69 - 2331.96	1376.59	379.65
VH Total	103			
Estadio I	32	6.26 - 14.99	11.62	1.94
Estadio II	24	9.79 - 18.37	15.09	2.14
Estadio III	47	16.15 - 26.36	21.08	2.74

El rendimiento reproductivo (RO) promedio, obtenido por la razón del peso húmedo de la masa ovígera y el peso total de cada hembra, fue mayor para el estadio III, con 9.86 ± 2.12 , después el estadio II con 8.62 ± 1.54 y finalmente el I con 7.08 ± 1.73 .

Las relaciones entre la longitud del cefalotórax (LC) de la hembra y el volumen promedio del huevo (VH) en dos estadios (II y III), el volumen de la masa ovígera (VMO) y el rendimiento reproductivo (RO), no fueron significativas ($p > 0.05$). Solo la relación entre la LC y el número de huevos (NH) en los estadios II y III fue significativa ($p < 0.05$). Tampoco las regresiones entre el peso total (PT) y las diferentes características de los huevos y la masa ovígera fueron significativas. Nuevamente solo la relación PT vs NH lo fue (Figura 3, 4, 5 y 6) (Tabla 6).

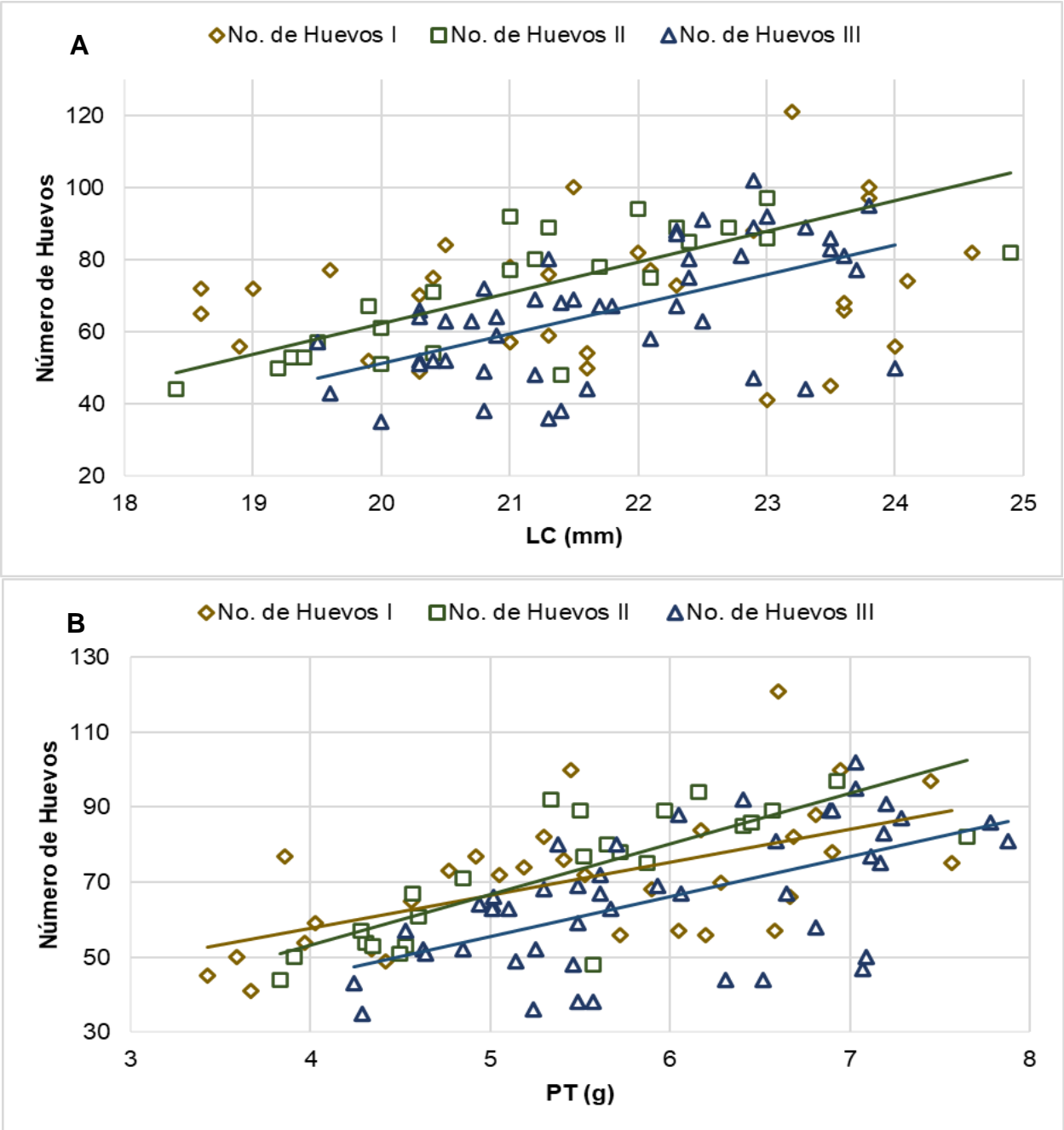


Figura 3. Relación entre el número de huevos de *Glyphocrangon spinicauda* en los 3 diferentes estadios de desarrollo y (A) la longitud del cefalotórax (LC); (B) el peso total (PT).

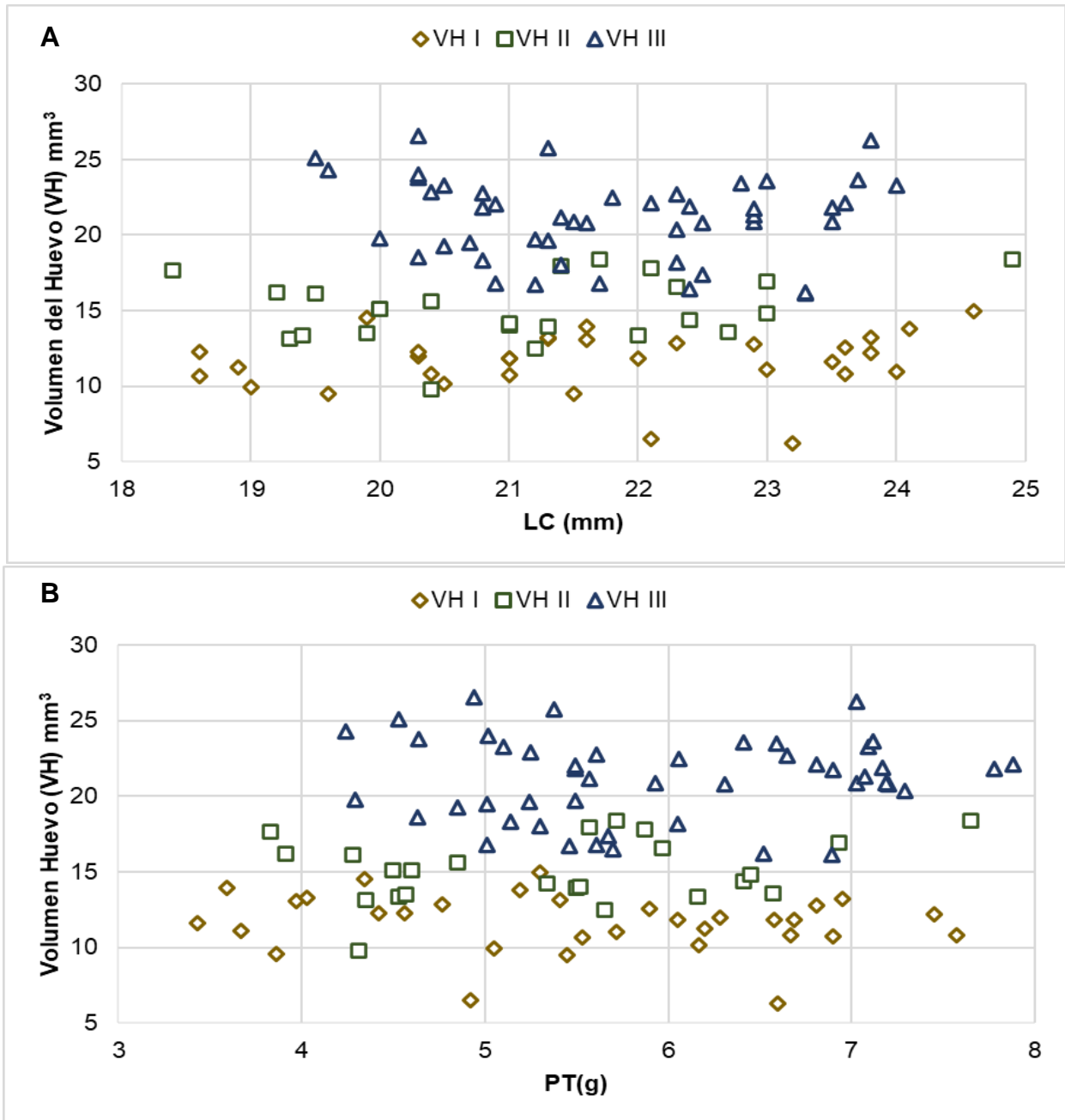


Figura 4. Relación entre el volumen de los huevos (VH) de *Glyphocrangon spinicauda* en los 3 diferentes estadios de desarrollo y (A) la longitud del cefalotórax (LC); (B) el peso total (PT).

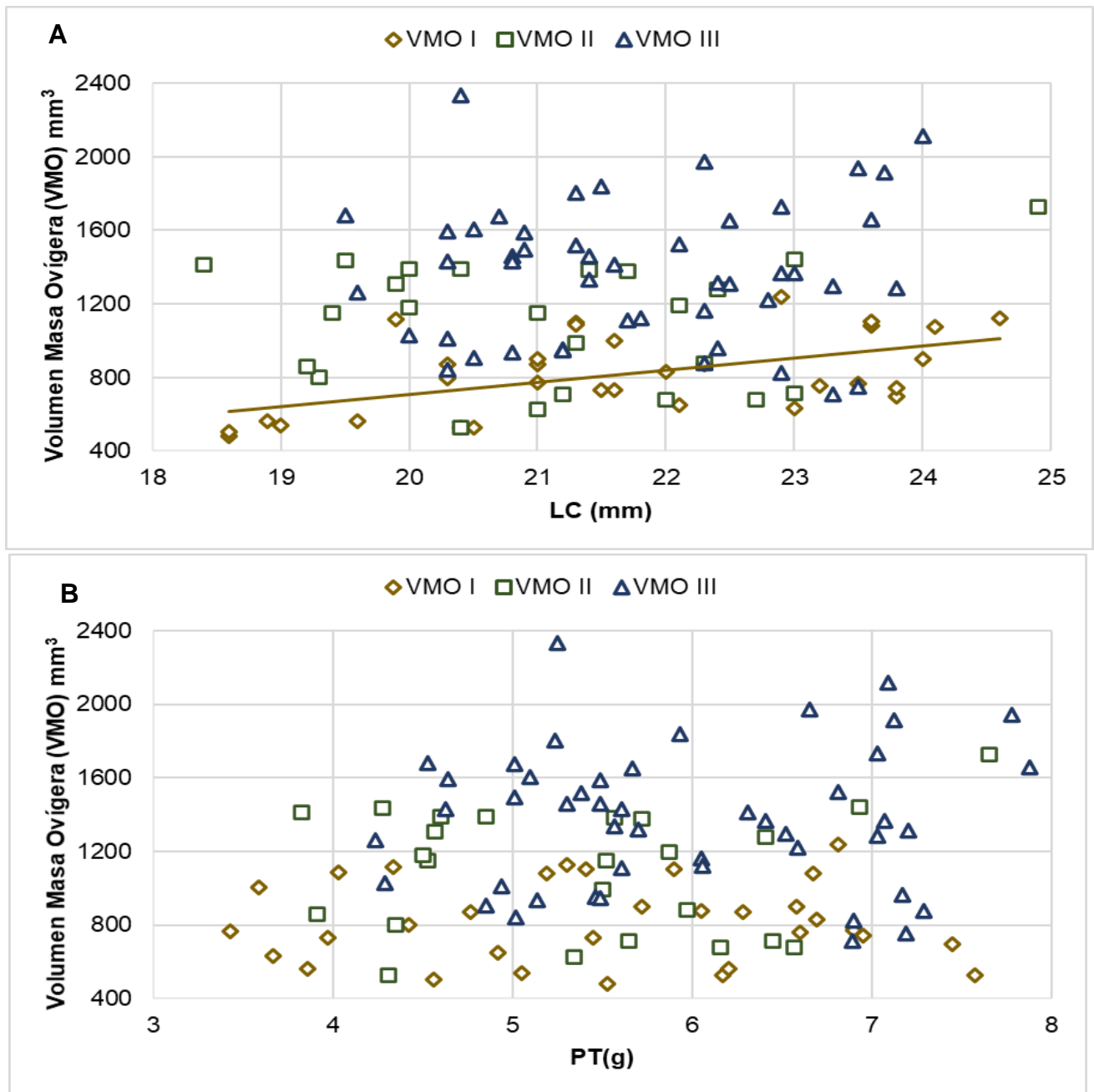


Figura 5. Relación entre el volumen de la masa ovígera (VMO) de *Glyphocrangon spinicauda* en los 3 diferentes estadios de desarrollo de los huevos y (A) la longitud del cefalotórax (LC); (B) el peso total (PT).

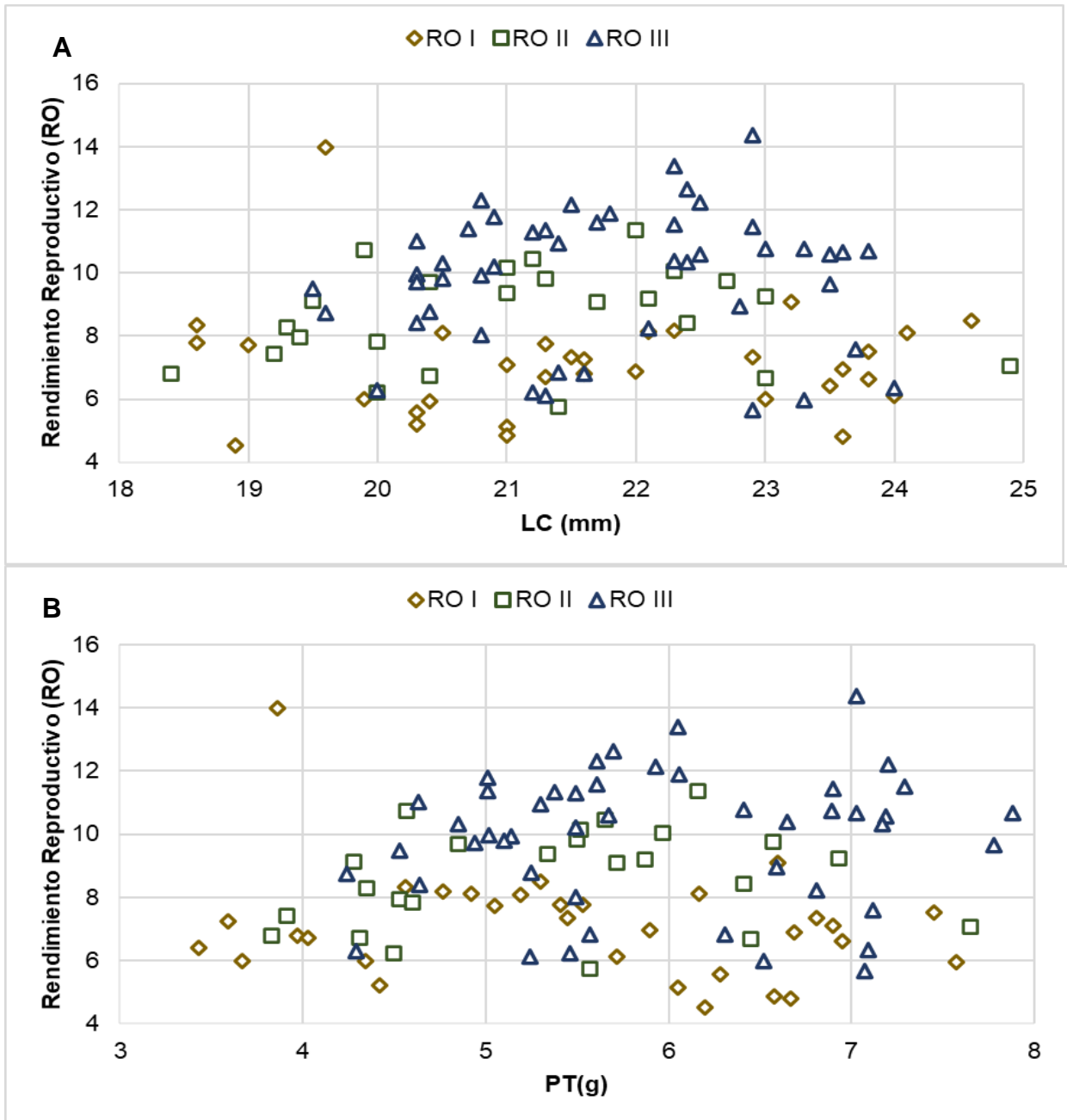


Figura 6. Relación entre el rendimiento reproductivo (RO) en los 3 diferentes estadios de desarrollo de los huevos de *Glyphocrangon spinicauda* y (A) la longitud del cefalotórax (LC); (B) el peso total (PT).

Tabla 6. Ecuaciones de las relaciones del número de huevos (NH), el volumen de los huevos (VH) y el volumen de la masa ovígera (VMO) y el rendimiento reproductivo (RO) con respecto a la longitud del cefalotórax (LC) y el peso total (PT) en los tres estadios de desarrollo de los huevos de *Glyphocrangon spinicauda*.

	Estadio I		Estadio II		Estadio III	
Longitud del Cefalotórax (mm)	Ecuación	r^2	Ecuación	r^2	Ecuación	r^2
LC vs NH	NH = 20.1 + 2.35(LC)	0.05	NH = -107.63 + 8.49(LC)	0.58*	NH = -112.19 + 8.17(LC)	0.32*
LC vs VH	VH = 7.96 + 0.16(CL)	0.02	VH = 7.8 + 0.34(CL)	0.06	VH = 25.04 - 0.18(CL)	0.006
LC vs VMO	VMO = -603.18 + 65.59(CL)	0.27*	VMO = 855.27 + 11.34(CL)	0.002	VMO = 1040.5 + 15.44(CL)	0.002
LC vs RO	RO = 7.98 - 0.04(CL)	0.001	RO = 5.81 + 0.13(CL)	0.01	RO = 7.99 + 0.08(CL)	0.002
Peso Total (g)						
PT vs NH	NH = 22.57 + 8.8(PT)	0.34*	NH = -0.78 + 13.49(PT)	0.64*	NH = 2.41 + 10.64(PT)	0.34*
PT vs VH	VH = 13.21 - 0.29(PT)	0.03	VH = 12.25 + 0.52(PT)	0.06	VH = 20.27 + 0.13(PT)	0.002
PT vs VMO	VMO = 823.96 - 1.23(PT)	0.00	VMO = 952.4 + 26.44(PT)	0.006	VMO = 1266.2 + 18.54(PT)	0.002
PT vs RO	RO = 9.07 - 0.36(PT)	0.06	RO = 6.89 + 0.32(PT)	0.04	RO = 8.78 + 0.18(PT)	0.007

* Valores significativos ($p < 0.05$)

DISCUSIÓN

Es importante resaltar que el presente trabajo es uno de los primeros que se realizan sobre las relaciones morfométricas, alométricas y la fecundidad de *G. spinicauda*. La mayor parte de los estudios realizados en la familia Glyphocrangonidae en el Golfo de México y el Caribe no detallan las características biológicas debido a la

complejidad que implica analizar estos camarones de profundidad, por lo que generalmente se han presentado pocos trabajos sobre su presencia, distribución o estructura de tallas (Holthuis, 1971; Felder et al., 2009; Pacheco et al., 2018).

- BIOMETRÍA

Las características morfológicas observadas se apegan a lo reportado para la especie (Milne-Edwards, 1881; Holthuis, 1971; Komai, 2004b). La mayor parte de las medidas en las tallas coincidieron, aunque se pudo observar que los individuos muestreados fueron ligeramente más pequeños en la longitud total. Ramos-Porto y colaboradores (2000) describen a estos organismos como una especie de camarón pequeña cuya longitud oscila entre los 9 y 10 cm, haciendo énfasis también en el tamaño relativo del abdomen en comparación con el cefalotórax, lo que significa que la proporción de estas medidas no es muy grande y, por lo tanto, no existe ningún interés económico para esta especie.

Un estudio realizado por Alves-Júnior y colaboradores (2017) analizó la distribución batimétrica y presentó la descripción biométrica de cinco especies de la familia Glyphocrangonidae en el noreste de Brasil. En ese lugar, *G. spinicauda* fue la especie más abundante, y las hembras fueron más grandes que los machos, tanto en la longitud total como en la longitud del cefalotórax. Sin embargo, mostraron una condición peculiar: los machos llegaron a tener mayores medidas que las hembras no ovígeras, es decir, las diferencias las marcaron principalmente las hembras ovígeras. Este fenómeno se pudo observar también en las cuatro especies restantes (*G. aculeata*, *G. alispina*, *G. longirostris* y *G. sculpta*). En el presente estudio, la única medida que no difirió entre sexos fue la longitud del cefalotórax, en contraste con la longitud total y el peso, que fueron mayores en las hembras. Estos resultados evidencian un dimorfismo sexual, aunque no en todas las medidas, por lo que se podría suponer que la muestra no abarcó todo el rango de tallas, posiblemente por limitaciones en la profundidad de muestreo o en el tamaño de la muestra. Al respecto, se ha reportado para *G. spinicauda* y otras especies del género que se distribuyen en el Golfo de México, que la estructura de tamaño por sexo muestra una amplia variabilidad de acuerdo con el estrato batimétrico en el que se

encuentran (Vázquez-Bader y Gracia, 2013). Quizá con más ejemplares y de mayor tamaño, se lograría ver una brecha más delimitada entre sexos, una condición común en los crustáceos (Páramo y Núñez-Ricardo, 2015).

En la mayor parte de carideos y otros decápodos, las relaciones morfométricas asociadas a la longitud del cefalotórax son más efectivas debido a que en su medición hay poco margen de error, gracias a que se trata de una estructura rígida en comparación con el abdomen, que es más flexible (Briones-Fourzán et al., 2020). Las relaciones que se presentaron con respecto a la longitud del cefalotórax en ambos sexos indicaron una buena correlación, además de que las pendientes fueron diferentes entre sexos, con excepción de la longitud del rostro. De acuerdo con la descripción de Holthuis (1971) para *G. spinicauda*, el rostro es una estructura bastante delgada, curva y no tan larga, por lo cual la relación entre estas dos medidas pudiera no ser tan fuerte. Otras especies como *G. alata* han mostrado relaciones positivas en la mayoría de los parámetros, aunque no todas son lineales (Quiroga y Soto, 1997).

- ALOMETRÍA

Los análisis de alometría permiten examinar cómo es que las variables van relacionándose entre sí, en contraste con las relaciones morfométricas, las cuales se limitan a confirmar si existe una relación entre estas y permiten predecir el valor de una con base en la otra (Robinson et al., 2010; Briones-Fourzán et al., 2020).

En la relación con la longitud cefalotorácica, los resultados obtenidos mostraron alometrías negativas en la longitud del cuerpo (BL) y el rostro (LR) en ambos sexos, y adicionalmente en el peso (PT) de los machos (Tabla 4). Esto significa que los individuos evidenciaron un menor crecimiento de estas variables corporales en proporción con el cefalotórax, aunque muy cercano a la isometría. Por otra parte, el resto de las variables (profundidad del cefalotórax (PC), peso total en hembras (PT), y el peso total con respecto a la longitud total (BL)) evidenciaron isometría, es decir, un crecimiento proporcional con el cefalotórax. Esto contrasta con lo reportado para las hembras de *Glyphocrangon neglecta* y *G. longleyi* del Caribe Colombiano, las cuales mostraron alometría positiva, principalmente en el peso; sin embargo, en los

machos el desarrollo en *G. neglecta* es negativo y en *G. longleyi* es isométrico (Pacheco et al., 2018). Por el contrario, se ha comprobado que las hembras de *G. investigatoris* muestran una proporción alométrica negativa en el peso total (Benjamin et al., 2017). Por otra parte, en el norte de Chile, Quiroga y Soto (1997) reportaron un desarrollo isométrico en las hembras de *G. alata* y negativo en los machos.

Se sabe que, en los camarones, el crecimiento está en parte determinado por el sexo; sin embargo, existe variabilidad entre especies. Por ejemplo, se ha observado que en la mayoría de los integrantes de la familia Penaeoidea, las hembras suelen exhibir una mayor talla (Petriella y Boschi, 1997). Algunas especies de esta familia habitan aguas profundas, como *Metapenaeopsis sibogae*, la cual exhibe características morfológicas isométricas (Dall et al., 1990), pero Rahman y Ohtomi (2018) detectaron alometrías negativas tanto en la longitud del cuerpo como en el peso y un crecimiento dimórfico. Existe muy poca información sobre las especies del género *Glyphocrangon* que expliquen estas variaciones en la alometría. De manera general, *G. spinicauda* se ha descrito con medidas muy proporcionales, principalmente en la relación entre el cefalotórax y el abdomen (Ramos-Porto et al., 2000). No obstante, se ha establecido que las diferencias en las alometrías de algunos carideos están muy asociadas al desarrollo gonadal (Ahamed y Ohtomi, 2012).

También puede darse el caso que algunas especies presenten malformaciones en ciertas partes del cuerpo, afectando su longitud u órganos, como resultado de un desarrollo anormal durante la ontogenia (Lupi y Spivak, 2007). En el sur del Atlántico, Alves-Júnior y colaboradores (2018) reportaron las primeras alteraciones morfológicas del género *Glyphocrangon* en una hembra ovígera de *G. aculeata*. Las modificaciones se dieron en el rostro, en la ausencia de la espina antenal, en regiones abdominales (surcos de los somitos y carinas) y en el telson (siendo corto y muy curvo). Estas características pueden deberse a heridas que no cicatrizan, así como a factores genéticos o nutricionales asociados a enfermedades. Estas condiciones afectan negativamente la relación que existe entre las proporciones

morfológicas. Hasta la fecha, no hay registro de anomalías para *G. spinicauda*, aunque no está exenta de presentarlas.

- FECUNDIDAD

El estudio de la fecundidad y las estrategias reproductivas son esenciales para comprender la biología de las especies, ya que permite conocer mejor su papel en su área de distribución biogeográfica, su dinámica poblacional, y su historia de vida (Corey y Reid, 1991; Ramirez-Llodra, 2002; Briones-Fourzán et al., 2010). Los estudios de *G. spinicauda* que se han enfocado en estos aspectos, se limitan a la descripción de los huevos y características de las larvas (Burkenroad, 1942; Dobkin, 1965; Holthuis, 1971; Chace, 1984).

Las hembras ovígeras presentaron un rango de tallas amplio pero similar al de los machos, y una mayor proporción de representantes, superando inclusive a las hembras no ovígeras. Esto coincide con Vázquez-Bader y Gracia (2013), quienes encontraron que *G. spinicauda* fue la especie que contó con más hembras ovígeras en comparación con las otras especies analizadas (*G. longleyi*, *G. haematonotus*, *G. alispina* y *G. aculeata*) en el sur del Golfo de México. Sin embargo, las cinco especies presentaron una mayor proporción de hembras ovígeras que no ovígeras, y éstas estuvieron presentes en todos los sitios y periodos del año estudiado, lo cual sugiere que las especies del género que se distribuyen en el Golfo de México presentan reproducción continua a lo largo del año, probablemente con un pico en verano. Alves-Júnior y colaboradores (2017) obtuvieron resultados similares. Esto también se ha observado en otras especies de carideos. El camarón pandálico de profundidad *Heterocarpus ensifer*, que igualmente se encuentra en el Golfo de México, ha mostrado una mayor cantidad de hembras ovígeras en verano, influenciadas principalmente por un aumento en los niveles de carbono orgánico particulado y la producción de la biomasa bentónica (Briones-Fourzán et al., 2010), por lo que estos factores también podrían incidir en las temporadas de apareamiento y desove de *G. spinicauda*.

Se sabe que las especies de carideos que habitan mares más fríos llegan a tener un solo evento reproductivo por año, los de climas templados dos, y los que residen

en zonas tropicales suelen tener reproducción continua (Petriella y Boschi, 1997). Thompson (1963) sugirió que especies de *Glyphocrangon* del Atlántico norte, desovan durante todo el año debido al gran número de integrantes sexualmente maduros dentro de sus poblaciones, lo cual concuerda con lo analizado anteriormente y apoya la idea de iteroparidad en estos individuos.

Otro aspecto importante que resaltar es el tamaño de los huevos de *G. spinicauda*, los cuales son relativamente más grandes que los de otras especies de carideos. Los huevos son de color azul verdoso debido a la cantidad y tipo de vitelo que contienen (Holthuis, 1971; Dobkin, 1965). Su producción es importante porque significa la integración de nuevos individuos e impulsa la dinámica poblacional, también implica la asignación de los recursos energéticos y está muy influenciado por factores ambientales como la calidad y cantidad de alimentos, temperatura, calidad del agua, etc. (Marshall y Keough, 2008; Ramirez-Llodra, 2002). Quiroga y Soto (1997) afirmaron que, de acuerdo con las estrategias reproductivas, en mayores profundidades, existe poco alimento para las larvas de los crustáceos, por lo que es más viable producir un menor número de huevos, pero de mayor tamaño, de los cuales salgan larvas en un grado de desarrollo más avanzado, de tal manera que completen el periodo larvario más rápidamente para evitar la escasez. De la misma manera, se ha observado que *G. investigatoris* invierte gran energía en la producción de pocos huevos que da lugar a larvas más desarrolladas para afrontar las adversidades de las profundidades (Benjamin et al. 2017).

Las estrategias reproductivas en los carideos son muy variadas (inclusive dentro de un mismo género), ya que se han identificado diferentes sistemas de reproducción, como el gonocorismo (individuos que permanecen diferenciados sexualmente durante todo el ciclo biológico) y distintos tipos de hermafroditismo protándrico (individuos que pasan de ser machos a hembras o hermafroditas). Hasta la fecha, no hay registros de hermafroditismo en la familia Glyphocrangonidae lo que, de acuerdo con Correa y Thiel (2003), podría sugerir un sistema de apareamiento de “dominancia vecinal”, el cual se caracteriza por presentar integrantes gonocóricos, en donde los beneficiados son los miembros de mayor tamaño.

Es sabido que las hembras pueden presentar compensaciones morfológicas en la fecundidad, sobre todo en la relación con el número de huevos, la edad, el tamaño, el peso, y el esfuerzo reproductivo, entre otros factores (Clarke, 1993). La mayor parte de las regresiones en las características reproductivas analizadas con respecto a la longitud del cefalotórax y el peso de las hembras, no presentaron una buena relación (Tabla 6). Únicamente se pudo observar una relación significativa en los tres estadios de desarrollo con el número de los huevos. En general, los carideos presentan una fuerte relación entre estos factores. Corey y Reid (1991) mostraron para 53 especies representantes de 5 infraórdenes (incluidos los carideos), una relación positiva, esencialmente en el volumen de la masa ovígera, sin embargo, para *G. spinicauda* solo se pudo observar esto con la longitud del cefalotórax y en el estadio I. Lardies y Wehrtmann (1997) también consideraron la relación con los estadios de desarrollo del huevo, encontrando que en todos, el número de huevos y el volumen de la masa ovígera aumentó a medida que las tallas de las hembras incrementaban.

El hecho de que no se encontraran relaciones con el volumen del huevo, el volumen de la masa ovígera y el rendimiento reproductivo, sugiere que existe una mayor independencia de estos factores con respecto a la longitud del cefalotórax y el peso de las hembras. Del mismo modo, se podría pensar que los recursos energéticos que se invierten para la fecundidad no afectan del todo en su desarrollo y crecimiento establecido, aunque sí ligeramente en el número de huevos, posiblemente por las barreras morfológicas del exoesqueleto, específicamente en la cavidad destinada a los huevos, lo que significa que a medida que el organismo crece, puede albergar un mayor número de huevos (McCann and Shuter, 1997; Ramirez-Llodra, 2002).

CONCLUSIÓN

Esta especie mostró un mayor número de hembras, un aparente dimorfismo sexual y una relación lineal entre algunas características morfológicas con respecto a la longitud del cefalotórax. También mostró en algunas relaciones, un crecimiento alométrico negativo, aunque muy cercano a la isometría, lo que sugiere que esta

especie tiene una morfometría proporcional en relación con la longitud del cefalotórax. Las hembras ovígeras fueron más abundantes y presentaron un amplio rango de tallas, probablemente debido a que es una especie iterópara con picos reproductivos en verano. Además, el tamaño de los huevos sugiere que se invierte energía en su producción para dar lugar a larvas más desarrolladas que puedan enfrentar las condiciones hostiles de las profundidades. La estrategia reproductiva que se podría presentar en esta especie sería dada por representantes gonocóricos en los que se benefician los integrantes de mayor tamaño. No se presentaron relaciones que indiquen compensaciones en la morfología de las hembras, solo ligeramente en el número de huevos, lo que sugiere que existe independencia en el proceso de fecundidad con respecto a la longitud del cefalotórax y el peso.

La información que se tiene sobre *Glyphocrangon spinicauda* aún es escasa, por lo que se requieren más esfuerzos en la investigación que permitan comprender mejor los parámetros biológicos como sus ciclos de vida, crecimiento, temporadas de desove, reclutamiento, mortalidad, comportamiento, etc. Esto ayudaría significativamente aportando al acervo precario de la familia Glyphocrangonidae.

REFERENCIAS

- Ahamed, F., & Ohtomi, J. (2012). Growth patterns and longevity of the pandalid shrimp *Plesionika izumiae* (Decapoda: Caridea). *Journal of Crustacean Biology*, 32(5), 733–740. <https://doi.org/10.1163/193724012x645853>
- Alves-Júnior, F. A., Araújo, M. D. S. L. C. D., & Souza-Filho, J. F. (2017). New records and bathymetric distribution of deep-sea shrimps of the family Glyphocrangonidae (Decapoda: Caridea) from the Potiguar Basin, northeastern Brazil. *Nauplius*, 25, 1–13. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2017002>
- Alves-Júnior, F. A., Neumann-Leitão, S., Araújo, M. S. L. C., & Souza-Filho, J. F. (2018). An anomalous specimen of the deep-sea shrimp *Glyphocrangon aculeata* A. Milne-Edwards, 1881 (Decapoda, Caridea) from the South Atlantic Ocean. *Crustaceana*, 91(11), 1381–1387. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003845>
- Anderson, W. W., & Bullis, H. R. (1970). Searching shrimp beds by sub. *Sea Frontiers*, 16(2), 112.
- Bate, C. S. (1888). Report on the scientific results of the exploring voyage of HMS Challenger, 1873-1876. Crustacea Macrura. *Voy. HMS" Challenger*, 1-942.
- Benjamin, D., Harikrishnan, M., Rozario, J. V., Jose, D., Kurup, B. M., Sreedhar, U., & Cubelio, S. S. (2017). 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. <https://doi.org/10.1017/s0025315417001928>
- Brand, T. & Takeda, M. (1996). *Glyphocrangon* shrimps from the western Pacific collected by the R/V Hakuho-Maru during the KH-72-1 Cruise. *Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series A, Zoology*, 22: 263–281.
- Briones-Fourzán, P., Barradas-Ortíz, C., Negrete-Soto, F., & 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: Oceanographic Research Papers*, 57(8), 978–987. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2010.04.009>

- Briones-Fourzán, P., Lozano-Álvarez, E., Vázquez-Bader, A. R., & Gracia, A. (2020). Deep-Sea lobsters (Polychelidae and Nephropidae) from the continental slope of the southern Gulf of Mexico: distribution and morphometric relationships. In: Hendrickx, M. (Ed.). *Deep-Sea Pycnogonids and Crustaceans of the Americas*. Springer Cham, pp. 311-341.
- Burkenroad, M. D. (1942). The development and relationships of *Glyphocrangon* (Crustacea Decapoda Caridea). *The American Naturalist*, 76(765), 421–425. <https://doi.org/10.1086/281064>
- Chace, F. (1984). Families Glyphocrangonidae and Crangonidae. The caridean shrimps (Crustacea Decapoda) of the Albatross Philippine Expedition, 1907–1910, part 2. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 397, 1–63. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.397>
- Clarke, A., Hopkins, C. C. E., & Nilssen, E. M. (1991). Egg size and reproductive output in the Deep-Water Prawn *Pandalus borealis* Kroyer, 1838. *Functional Ecology*, 5(6), 724. <https://doi.org/10.2307/2389534>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Corey, S., & Reid, D. (1991). Comparative fecundity of decapod crustaceans I the fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana*, 60(3), 270–294. <https://doi.org/10.1163/156854091x00056>
- Correa, C., & 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(2), 187–203. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2003000200006>

- Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, P. C., & Sharples, D. J. (1990). The biology of the Penaeidae. *Advances in Marine Biology*. 27, 481-484.
- Dobkin, S. (1965). The early larval stages of *Glyphocrangon spinicauda* A. Milne-Edwards. *Bulletin of Marine Science*, 15(4), 872-884.
- Felder, D. L., Álvarez, F., Goy, J. W., & Lemaitre, R. (2009). Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with comments on the Amphionidacea. In Felder, D.L. & Camp D.K. (Eds.), *Gulf of Mexico: Origin, Waters, and Biota*, Texas A&M University Press, College Station, Texas, pp. 1019-1104.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. & Ryan, P. D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1–9.
- Han, Q., & Li, X. (2007). An account of the *Glyphocrangon* shrimps (Decapoda, Caridea) in the collections of the Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences. *Crustaceana*, 80(5), 545–553. <https://doi.org/10.1163/156854007780765641>
- Hendrickx, M. E. (2012). Los Glyphocrangonidae y Crangonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) recolectados durante los cruceros TALUD en el Pacífico mexicano. In: Hendrickx, M. (Ed.), *Biodiversidad y Comunidades del Talud Continental del Pacífico Mexicano*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), D.F., México, pp. 319–356.
- Hendrickx, M. E. (2014). Deep-water species of Crangonidae and Glyphocrangonidae (Decapoda, Caridea) collected during the TALUD XV cruise off the west coast of southern Baja California, Mexico. *Crustaceana*, 87(1), 83–90. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003274>
- Holthuis, L. B. (1971). The Atlantic shrimps of the deep-sea genus *Glyphocrangon* A. Milne-Edwards, 1881. *Bulletin of Marine Science*, 21(1): 267-373.
- Komai, T. (2004a) A review of the Indo-West Pacific species of the genus *Glyphocrangon* A. Milne Edwards, 1881 (excluding the *G. caeca* species

group) (Crustacea: Decapoda: Caridea: Glyphocrangonidae). *Mémoires du Muséum national d'Histoire Naturelle*, 191: 375–610.

- Komai, T. (2004b) 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, Rio de Janeiro*, 62(1), 31–44.
- Komai, T. (2007) A new species of *Glyphocrangon* (Crustacea, Decapoda, Caridea, Glyphocrangonidae) from the Austral Islands, French Polynesia. *Zoosystema*, 29, 565–573.
- Lampitt, R., & Burnham, M. (1983). A free fall time lapse camera and current meter system “Bathysnap” with notes on the foraging behaviour of a bathyal decapod shrimp. *Deep Sea Research*, 30(9A), 1009–1017. [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(83\)90055-9](https://doi.org/10.1016/0198-0149(83)90055-9)
- Lardies, M. A., & Wehrmann, I. S. (1997). Egg production in *Betaeus emarginatus* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda: Alpheidae): fecundity, reproductive output and chemical composition of eggs. *Ophelia*, 46(2), 165–174. <https://doi.org/10.1080/00785326.1997.10432582>
- Luppi, T. A., & Spivak, E. D. (2007). Morphology of megalopa and first crab of *Cyrtograpsus angulatus*, with comments on the presence of an anomalous first crab stage in brachyuran crabs. *Journal of Crustacean Biology*, 27(1), 80–89. <https://doi.org/10.1651/s-2672.1>
- Marshall, D., & Keough, M. (2008). The relationship between offspring size and performance in the sea. *The American Naturalist*, 171(2), 214–224. <https://doi.org/10.1086/524954>
- McCann, K., & Shuter, B. (1997). Bioenergetics of life history strategies and the comparative allometry of reproduction. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(6), 1289–1298. <https://doi.org/10.1139/f97-026>
- Milne-Edwards, A. (1881). Description de quelques Crustacés macroures provenant des grandes profondeurs de la mer des Antilles. In *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie* (No. 6, pp. 1-16).

- Pacheco, C., Páramo, J., & Gracia, A. (2018). Estructura de tallas y distribución espacial de los camarones de profundidad *Glyphocrangon longleyi* y *Glyphocrangon neglecta* (Caridea: Glyphocrangonidae) en el Caribe colombiano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(2) 443-453. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.2.2055>
- Páramo, J., & Núñez-Ricardo, S. (2015). Estructura de tallas, talla media de madurez sexual y razón sexual de camarones de aguas profundas de importancia comercial en el Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(152), 408-415. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.242>
- Pequegnat, L. H. (1970). Contributions on the biology of the Gulf of Mexico 4. Deep-sea caridean shrimps with descriptions of six new species. *Texas A. & M University, Oceanographic Studies*, 1, 59-123.
- Petriella, A. M., & Boschi, E. E. (1997). Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. *Investigaciones Marinas Valparaiso*, 25, 135-157. <https://doi.org/10.4067/s0717-71781997002500010>
- Quiroga, E., & Soto, R. (1997). Relaciones biométricas y fecundidad de *Glyphocrangon alata* (Faxon, 1893) en la zona norte de Chile (21°19'S; 70°20'W). *Investigaciones Marinas Valparaiso*, 25, 281–285. <https://doi.org/10.4067/s0717-71781997002500021>
- Rahman, M. M., & Ohtomi, J. (2018). Relative growth and morphological sexual maturity of the deep-water velvet shrimp *Metapenaeopsis sibogae* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 62(3), 1–8. <https://doi.org/10.1080/07924259.2018.1452299>
- Ramirez-Llodra, E. (2002). Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates. *Advances in Marine Biology*, 43, 88–170.
- Ramos-Porto, M., Silva, K. C. D. A., Viana, G. F. S., & Cintra, I. H. A. (2000). Camarões de profundidade coletados no norte do Brasil

(Crustacea: Penaeidea e Caridea). *Tropical Oceanography*, 28(1).
<https://doi.org/10.5914/tropocean.v28i1.2743>

- Reid, D., & Corey, S. (1991). Comparative fecundity of decapod crustaceans, III. the fecundity of fifty-three species of decapoda from tropical, subtropical, and boreal waters. *Crustaceana*, 61(3), 308–316.
<https://doi.org/10.1163/156854091x00209>
- Robinson, L., Greenstreet, S., Reiss, H., Callaway, R., Craeymeersch, J., de Boois, I., Degraer, S., Ehrich, S., Fraser, H., Goffin, A., Kröncke, I., Jorgenson, L. L., Robertson, M., & Lancaster, J. (2010). Length–weight relationships of 216 North Sea benthic invertebrates and fish. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(1), 95–104.
<https://doi.org/10.1017/s0025315409991408>
- Thompson, J. R. (1963). *The Bathyalbenthic Caridean Shrimps of the Southwestern North Atlantic*. Tesis Doctoral, Duke University, Durham, North Carolina, E.U.A.
- Vázquez-Bader, A. R., & Gracia, A. (2013). Crangonidae and Glyphocrangonidae (Decapoda; Caridea) of the Southern Gulf of Mexico. *Zootaxa*, 3669(3), 367-383. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3669.3.10>
- Wehrtmann, I. S. (1990). Distribution and reproduction of *Ambidexter panamense* and *Palaemonetes schmitti* in Pacific Costa Rica (Crustacea, Decapoda). *Revista de Biología Tropical*, 327-329.
- WoRMS (2022). *Glyphocrangon* A. Milne-Edwards, 1881. Accessed at: <https://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=107014> on 2022-01-04