

Relación longitud-peso, y factor de condición relativa de postlarvas epibentónicas y de jóvenes, del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* (Crustacea: Penaeidae) en Laguna de Términos, México

Rolando Gelabert Fernández, Luisa Janette Chávez Hurtado & Roberto Brito Pérez

Centro de Investigación de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Carmen. Av. Laguna de Términos s/n, Col. Renovación 2^{da} Sección C.P. 24155, Ciudad del Carmen, Camp. México; rgelabertf@gmail.com, janetita_02@hotmail.com, rbritopez@hotmail.com

Recibido 01-X-2018. Corregido 10-IV-2019. Aceptado 06-V-2019.

Abstract: Length-weight relationship, and relative condition factor, in epibenthic postlarvae and juveniles of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Crustacea: Penaeidae), in Términos Lagoon, México. The knowledge about the weight, length and condition factor of the organisms is key for explaining the population dynamics in wild animals. The present study was focused on finding the model that best explains the length-weight relationships in epibenthic and juveniles of *Farfantepenaeus duorarum*, as well as the condition factor during the different months sampled. In the study, 3 992 individuals (size range: 3.62-32.16 mm cephalothorax length) were collected from three different places at the Terminos Lagoon from May 2011 to March 2012. The individuals were grouped into three sex categories: male (M), female (H), and undefined (I), and their length-weight ($L-P^{-1}$) relationship, as well as their relative condition factor, were determined. The results indicate that the total length-carapace length (LT-LC) relationship for each sex category was linear, there was no difference between the models for small males and females and the relationship can be expressed as $LT (M-H) = 1.89 + 4.46 LC$. For the undefined group, the relationship was different and is best expressed as $LT (I) = 0.07 + 4.62 LC$. The potential model for the expression of Carapace Length-Weight in the M-H group was $P = 0.0016 LC^{2.5323}$ or $\log (P) = 2.5323 \log(LC) - 2.8079$, $R^2 = 0.9272$ in the linear model. In the undefined group, the potential model was $W = P = 0.0004LC^{3.2315}$ and the linear model was $\log (P) = 3.2315 \log(LC) - 3.4365$, $R^2 = 0.9422$. On the other hand, the relative condition factor (Kn) differed among groups when the date was involved in the analysis. We consider that relative condition factor involving Total Length is better than relative condition factor including Carapace Length to measure population characteristics of shrimps and that index could contribute to evaluating the shrimp population dynamics.

Key words: biometry; sex; breeding area; population dynamic; Campeche.

Gelabert Fernández, R., Chávez Hurtado, L. J. & Brito Pérez, R. (2019). Relación longitud-peso, y factor de condición relativa de postlarvas epibentónicas y de jóvenes, del camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* (Crustacea: Penaeidae) en Laguna de Términos, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(3), 585-598.

Los camarones de la Sonda de Campeche son un recurso económico importante y se han estudiado con rigurosidad para apoyar la pesca sostenible (Ramírez-Rodríguez, 2015; Wakida-Kusunoki, González Cruz, Medellín Ávila, & Arreguín-Sánchez, 2010; Wakida-Kusunoki, García-Solorio, & Vázquez Benavides, 2008)

y evitar el deterioro irreversible del recurso. La mayoría de los trabajos ecológicos se han centrado en los organismos adultos que son más fáciles de capturar y estudiar, para lo cual a menudo se pesan, miden y sexan con vistas a conocer las características de las poblaciones a medida que transcurre el tiempo. El

conocimiento sobre las primeras etapas del ciclo de vida en el medio natural es limitado debido a la dificultad de los muestreos y a lo laborioso del trabajo en el laboratorio.

Como parte de los estudios generalmente se establece la relación longitud-peso a través de modelos de regresión que permiten estimar el peso de un individuo usando la longitud correspondiente. En muchos casos es más fácil conocer la longitud que el peso y conociendo una de las variables se puede estimar el valor de la otra. La relación longitud peso puede estar asociada al sexo, a la especie, a los factores ambientales y puede variar en dependencia de la edad de los organismos. El crecimiento puede ser un buen índice de la fluctuación de las condiciones estacionales y un prerrequisito para la modelación de la dinámica de las poblaciones bajo diferentes condiciones naturales y antropogénicas (Béguer, Rochette, Girardin, & Boët, 2011).

El factor de condición relativa se usa para comparar la condición, grasa corporal o condición física de los animales, basándose en la suposición de que los animales más pesados de una determinada longitud exhiben mejores condiciones físicas. Ambos conceptos se han utilizado en la investigación pesquera desde principios del siglo XX (Froese, 2006) y ayudan a la diferenciación de pequeñas unidades taxonómicas al igual que otras relaciones morfométricas (Le Cren, 1951).

La Laguna de Términos por sus características resulta ser una zona importante para el reclutamiento de postlarvas y para la cría hasta juvenil, (Alvarez, Gracia, & Soto, 1987; Sánchez & Soto, 1987; Gracia & Soto, 1990), etapa en que los animales migran para completar su desarrollo en aguas abiertas.

Teniendo en cuenta que los camarones son organismos residentes en el estuario durante todo el año (Ramírez Rodríguez, 2002), que en la zona de estudio son relativamente numerosos y pueden ser colectados con facilidad, se considera que pueden servir como indicadores que reflejen los cambios que se manifiestan en el ecosistema y contribuir a explicar la dinámica de las poblaciones de este importante recurso

(Béguer et al., 2011). Considerando esta premisa el presente trabajo se enfoca a conocer las características biométricas del cefalotórax y de la longitud total, así como la relación con el peso de los organismos colectados y evaluar el índice de condición relativa para determinar si pueden ser utilizados como indicador de las condiciones ambientales existentes en el período de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en la noche, una vez al mes durante la fase de luna nueva, entre los meses de mayo 2011 y marzo 2012. Los sitios incluyeron tres áreas con vegetación acuática sumergida (algas, pastos marinos como *Thalassia testudinum*, y en menor abundancia *Halodule wrightii*, y *Syringodium filiforme*) en la Laguna de Términos, Golfo de México. Los sitios se ubicaron en la parte sur de la isla Carmen en Punta Gorda (18°43' N & 91°33' W), Boca de Matamoros (18°39' N & 91° W) y El Cayo (18°38' N & 91°42' W) (Fig. 1). Los sitios de muestreo se corresponden con el rango de distribución de *F. duorarum* (Gracia & Soto, 1990). El trabajo se realizó bajo el marco del Convenio de colaboración CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) UNACAR (Universidad Autónoma del Carmen) con fecha del 2011, que entre sus clausus contempla el monitoreo de especies marinas.

Se realizaron tres muestreos por sitio utilizando una red de Renfro (boca de 2.0 × 0.5 m, longitud total de 2.4 m y tamaño de malla de 2.0 mm); desde una lancha fondeada y ubicada perpendicularmente a la costa se desplegaron 25 m de la cuerda de remolque para cubrir un área de muestreo de 50 m² por arrastre. La red se recuperó a mano a una velocidad de aproximadamente 0.5 m/s. Todas las muestras se conservaron inmediatamente en una solución tamponada al 4 % de formalina en agua de mar. La salinidad, el pH y la temperatura de cada sitio de muestreo se midieron usando una sonda YSI 63 y el oxígeno disuelto se midió

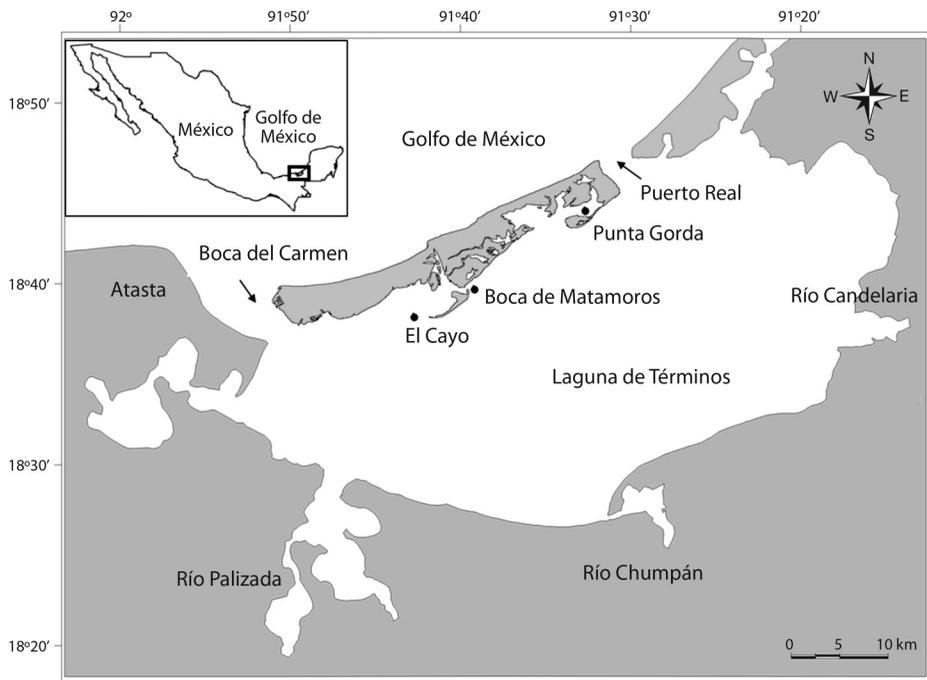


Fig. 1. Los puntos negros indican los sitios de muestreo en la Laguna de Términos.

Fig. 1. The black dots indicate the sampling sites in the Términos Lagoon.

usando una sonda YSI 85 (YSI Inc., <https://www.ysi.com>).

En el laboratorio, los camarones peneidos fueron separados manualmente usando tamices metálicos de 500 μm , luego fueron identificados y contados. La identificación al nivel de especie se realizó utilizando las características morfológicas descritas en la literatura (Ditty & Bremer, 2011; Lawrence & Won 1986; Pérez-Farfante, 1969, 1970, 1988; Ringo & Zamora, 1968; Williams, 1959). El material separado se conservó en alcohol etílico al 70 % en viales etiquetados hasta el análisis.

Las medidas se obtuvieron a partir de fotografías tomadas con una cámara Canon PowerShot A630 montada en un soporte universal. Para las mediciones se empleó el software Image-Pro Plus v 4.5 (Media Cybernetics, Inc.). Una imagen de un vernier con una abertura de 0.5 mm sirvió como referencia para la calibración del software.

La longitud del cefalotórax (LC) se midió desde el margen postorbital hasta el margen

posterior del cefalotórax. La longitud total (LT) se midió desde el extremo anterior del rostrum hasta el final del telson. El peso húmedo (P) se determinó usando una balanza digital Mettler-Toledo con una aproximación de 0.0001 g. El sexo fue determinado con base en la presencia del télico en las hembras (H) y petasma para los machos (M). En los especímenes pequeños, es difícil diferenciar entre los sexos, pero se puede distinguir por la forma y posición de los endopoditos en el primer par de pleópodos (Pérez-Farfante, 1969). Aquellos en los que no se pudo determinar el sexo fueron clasificados como indefinido (I).

Toda la información se agrupó según la categoría de sexo predefinida, se utilizaron las opciones de filtros en MS Excel para seleccionar los datos extremos dentro de cada categoría y realizar los análisis con aproximadamente el mismo tamaño de muestra y con la mayor variabilidad asociada al muestreo.

Se realizó una estadística descriptiva de los datos de Peso (P), Longitud del Cefalotórax

(LC), Longitud Total (LT) para cada categoría de sexo y se establecieron los modelos de regresión que explican la relación entre la longitud total y la longitud del cefalotórax. Estos modelos (LT-LC) en las diferentes categorías de sexo fueron comparados a través de un análisis de covarianza (ANCOVA) (Sokal & Rohlf, 1995).

Se realizó un análisis de regresión para las categorías de sexo considerando al peso como la variable dependiente y al cefalotórax o a la longitud total como la variable independiente. La relación longitud del cefalotórax - peso⁻¹ (LC-P⁻¹) se estableció usando la fórmula convencional $P = a \cdot LC^b$, donde P representa el peso de los organismos, LC la longitud del cefalotórax siendo a y b los parámetros del modelo. Este modelo potencial se convierte en una línea mediante la transformación logarítmica quedando como: $\log P = \log a + b \log LC$, donde "log a" es el intercepto en el eje y, y el coeficiente de regresión b es un exponente que indica crecimiento isométrico cuando está cerca de tres o alométrico si es diferente.

Para describir el comportamiento del factor de condición por mes y por categoría de sexo, se utilizó el factor de condición relativa

Kn (KnLC o KnLT) según estuviesen implicados LC o LT respectivamente, donde Kn = peso / pesos medios suavizados, (Le Cren, 1951). Se realizó un ANOVA de dos vías para comparar los valores de Kn por sitio de muestreo por mes y categoría de sexo. Para todos los procedimientos estadísticos, se eligió un nivel de significación $P < 0.05$ y se empleó el Paquete Estadística, Stat Soft. Inc V. 10 para el análisis estadístico de la información (StatSoft, 2011).

RESULTADOS

Los datos ambientales en los diferentes sitios se encontraron dentro de los rangos establecidos para la región y no hubo diferencias notables entre los registros para los sitios en el mismo mes. La salinidad y la temperatura mostraron una disminución de agosto a diciembre (Fig. 2), lo cual se espera que ocurra para la región en esta temporada climática debido a la nubosidad y presencia de precipitaciones.

La estadística descriptiva para las diferentes categorías de sexo se muestra en la tabla 1. Todos los parámetros estadísticos se presentan con dos cifras decimales.

TABLA 1
Parámetros poblacionales para cada sexo

TABLE 1
Population parameters per sex

	Indefinido			Machos			Hembras		
	P (g)	LC (mm)	LT (mm)	P (g)	LC (mm)	LT (mm)	P (g)	LC (mm)	LT (mm)
Media	0.04	3.70	17.05	0.62	9.55	44.35	0.75	10.01	46.22
ES	0.00	0.03	0.13	0.02	0.11	0.49	0.03	0.12	0.52
Mediana	0.02	3.43	15.80	0.35	8.43	39.42	0.37	8.76	40.58
Moda	0.01	2.14	12.24	0.28	7.69	—	0.21	6.68	—
DE	0.05	1.51	6.98	0.78	4.00	18.09	1.07	4.48	20.16
Kurtosis	17.18	0.79	0.87	13.50	5.71	5.71	19.94	3.71	3.81
Skewness	3.25	0.96	0.98	3.26	2.00	2.02	3.88	1.78	1.80
Min	0.00	1.26	7.00	0.01	3.98	18.76	0.06	3.67	17.86
Max	0.64	10.81	52.57	6.57	38.27	168.14	9.88	32.16	149.33
n	3 063	3 063	3 063	1 386	1 386	1 386	1 514	1 514	1 514
C.L 95.0 %	0.00	0.05	0.25	0.04	0.21	0.95	0.05	0.23	1.02

ES = error estándar, DE = desviación estándar, Min = mínimo, Max = máximo, n = tamaño de muestra, C.L = 95 % nivel de confianza, P = peso, LC = largo del cefalotórax, LT = largo total.

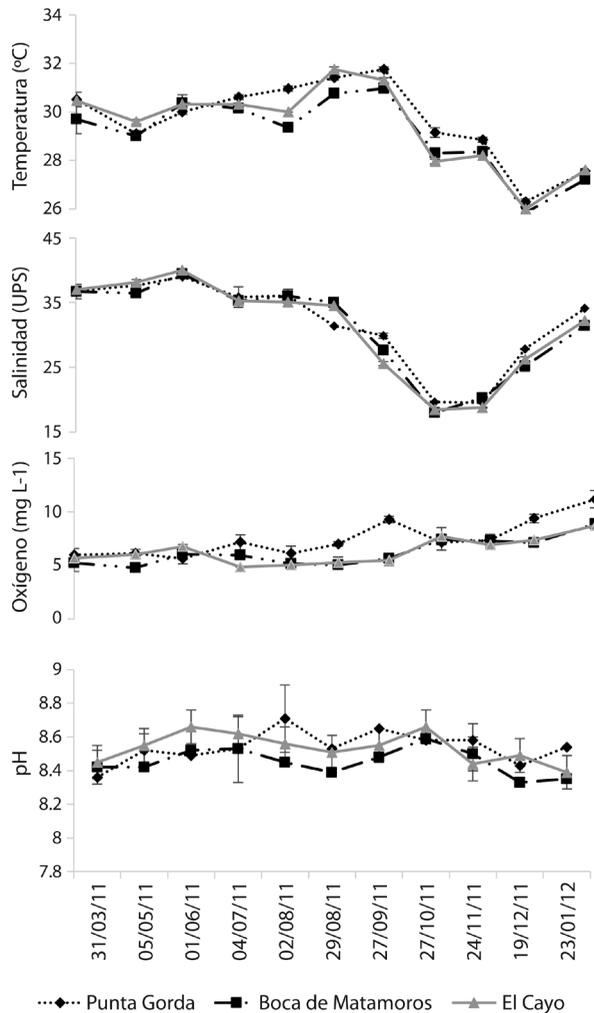


Fig. 2. Valores medios de los parámetros en los diferentes sitios. Las barras verticales representan el error estándar.
 Fig. 2. Average values of the parameters in the different sites. The vertical bars represent the standard error.

El sexo en los camarones con un LC pequeño (< 3.67 mm para las hembras, < 3.98 mm para los machos) generalmente puede ser diferenciado. Algunos camarones con CL \geq 10.81 mm se clasificaron como indefinidos porque las diferencias morfológicas entre los sexos no eran evidentes. Los coeficientes “a” y “b” del modelo $LT = a + b LC$ para cada categoría de sexo se encuentran en la tabla 2. El ANOVA de la regresión indicó que existe correlación entre LC y LT en las diferentes categorías de sexo ($P = 0.000$). El ANCOVA de los tres modelos de regresión (I, M, H)

mostró que las pendientes son significativamente diferentes ($F_{2, 3986} = 12.05, p < 0.0001$), así como los interceptos ($F_{2, 3988} = 66.53, P < 0.0001$). Esto indica que se deben usar diferentes modelos para expresar la relación entre la longitud del cefalotórax y la longitud total de especímenes según el sexo. El ANCOVA mostró además que no hubo diferencias entre las categorías de sexo masculino y femenino para la pendiente ($F_{1, 2676} = 2.46, P = 0.117$) ni para el intercepto ($F_{1, 2678} = 2.41, P = 0.121$); por lo tanto, se infiere que los datos se originaron de la misma población estadística y se fusionaron

TABLA 2
Parámetros de la regresión lineal LT-LC para cada categoría sexual

TABLE 2
Linear regression parameters for LT-LC and sex category

Categoría sexual	n	Intercepto (a)	pendiente (b)	R ²	p
Indefinidos (I)	1 312	0.07 (0.08)	4.62(0.02)	0.974	0.000
Machos (M)	1 316	1.73(0.20)	4.48(0.02)	0.975	0.000
Hembras (F)	1 364	1.97(0.18)	4.44(0.17)	0.980	0.000
Machos-Hembras (M-H)	2 680	1.89(0.13)	4.46(0.01)	0.978	0.000

n = tamaño de muestra, a = intercepto, b = coeficiente de regresión. Los valores en paréntesis corresponden al error estándar de los coeficientes, R² = coeficiente de determinación, P = valor de probabilidad en el ANOVA de la regresión.

para expresar los nuevos parámetros del modelo (Macho-Hembra (M-H)) (Tabla 3). Las rectas de regresión de los grupos M-H e I fueron significativamente diferentes para el pendiente ($F_{1, 3988} = 21.16, P < 0.0001$) y el intercepto ($F_{1, 3989} = 129.6, P < 0.0001$); lo cual indica que es necesario usar diferentes ecuaciones para expresar la relación entre LC y LT para especímenes indefinidos y con sexo identificado.

Las relaciones entre el peso (P) y la longitud del cefalotórax (LC) o la longitud total (LT)

observadas en el presente estudio así como las relaciones de longitud del cefalotórax para otras especies de camarones penidos según (Diaz, Smith, Serafy, & Ault, 2001) se presentan en la tabla 3.

Los resultados del promedio del LC para cada uno de los tres sitios en cada mes se muestran en la figura 3 (Fig. 3). No hay una variación marcada en el tamaño medio de los camarones indefinidos durante el año, pero hay un aumento notable en la LC del grupo

TABLA 3
Relaciones entre el peso (P) y longitud del cefalotórax (LC) o longitud total (LT) para diferentes especies de penidos reportada en varios estudios

TABLE 3
Relationships between weight (P) and length of cephalothorax (LC) or total length (LT) for different penaeid species reported in several studies

Estudio	Especie	Localidad	Fecha	Long Cefalotórax (mm)	n	Coeficientes LC-P Forma potencial		Coeficientes LT-P Forma potencial	
						a	b	a	b
			May 2011 - March 2012	1.30-10.81	Indefinido 1312	0.0004	3.232	0.000003	3.224
Actual estudio	<i>F. duorarum</i>	Laguna de Términos	May 2011 -	♂ = 3.98-26.01	♂ = 1 316	0.0016	2.519	0.00003	2.583
			March 2012	♀ = 3.67-32.16	♀ = 1 364	0.0015	2.544	0.00002	2.635
			May 2011 - March 2012	♂♀ = 3.67-32.16	♂♀ = 2 680	0.0016	2.532	0.00002	2.612
Diaz et al., (2001)	<i>F. duorarum</i>	Florida	Nov 1997	♂ = 3-27 ♀ = 3-30	♂ = 440 ♀ = 487	0.000731 0.000865	3.024 2.951		
(McCoy, 1972)	Pink shrimp	North Carolina	Oct 1969 - Jul 1972	15-40	♂ = 297 ♀ = 503	0.00148 0.00209	2.77 2.66		
(McCoy, 1972)	Brown shrimp	North Carolina	Oct 1969 - Jul 1972	♂ = 12-40 ♀ = 12-40	♂ = 259 ♀ = 243	0.000819 0.00113	2.94 2.84		

Los coeficientes a y b son los parámetros de la función $P = aL^b$, n = tamaño de muestra. Tomado de (Diaz et al., 2001).

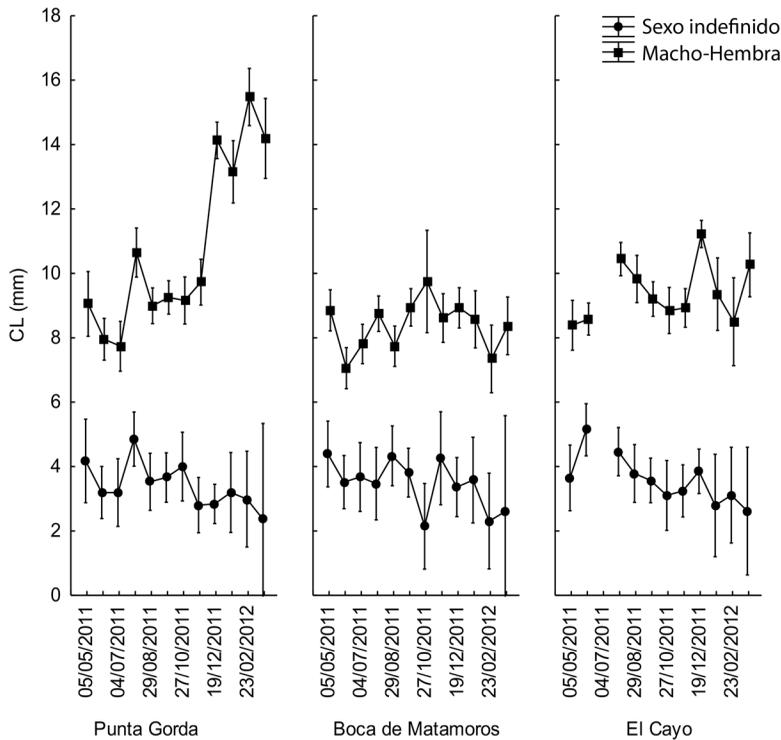


Fig. 3. Longitud media del cefalotórax en cada sitio según el sexo y fechas de muestreo.

Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 3. Average length of the cephalothorax in each site according to sex and sampling dates.

The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

de M-H en Punta Gorda desde el final del año hasta los primeros tres meses del próximo. Se observaron patrones similares cuando se examinó LT debido a la relación directa entre LC y LT (Fig. 4).

Como no se encontró bibliografía sobre cual de los valores de Kn (Kn LC o Kn LT) sería mejor para determinar el factor de condición relativa y con ello describir el estado de los camarones, se calcularon tanto KnLC como KnLT (Fig. 5, Fig. 6). Los resultados del ANOVA factorial teniendo en cuenta los sitios, la fecha, el sexo y su interacción se presentan en la tabla 4 y tabla 5.

El comportamiento mostrado por ambos Kn es similar para los grupos I y M-H; no se observaron diferencias significativas entre los sitios de muestreo y la interacción sitios-sexo no fue significativa. Sin embargo, cuando se incluye la fecha en el análisis, las

comparaciones mostraron diferencias significativas (Tabla 4 y Tabla 5).

El comportamiento de Kn LC en el gráfico para las dos categorías de sexo (I y M-H) en los diferentes sitios de muestreo es parecido y confuso para interpretar, mientras que los resultados son más claros cuando la longitud LT es empleada como dato para encontrar Kn. Por otra parte, se pueden observar diferencias considerables en la representación gráfica de ambos factores de condición evidenciándose factores de condición relativos mayores en los organismos pequeños o indefinidos (Fig. 5, Fig. 6).

El comportamiento anual de KnLC y KnLT, involucrando a todos los organismos se muestra en las figuras 7 y 8 (Fig. 7, Fig. 8). Diferentes análisis no revelaron un patrón claro en el comportamiento de Kn, pero todos indicaron que hubo diferencias entre los meses

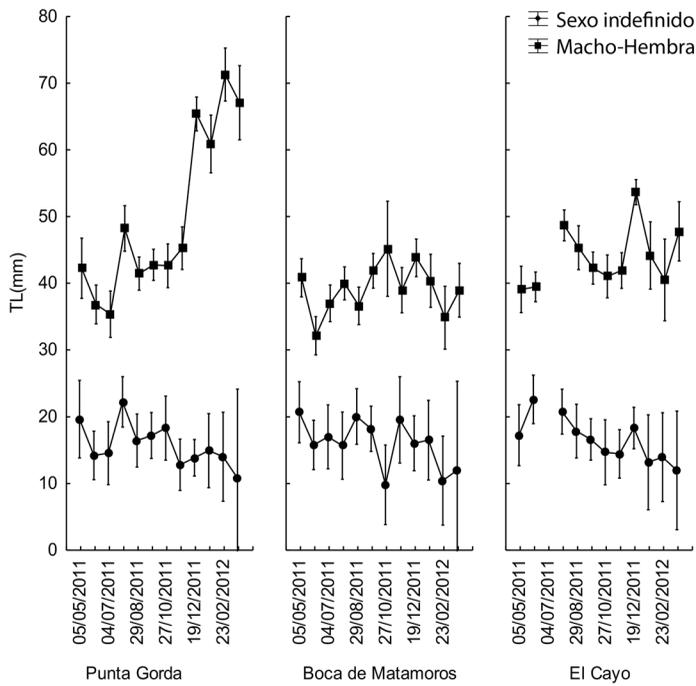


Fig. 4. Longitud media total en cada sitio según el sexo y fechas de muestreo. Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 4. Total average length in each site according to sex and sampling dates. The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

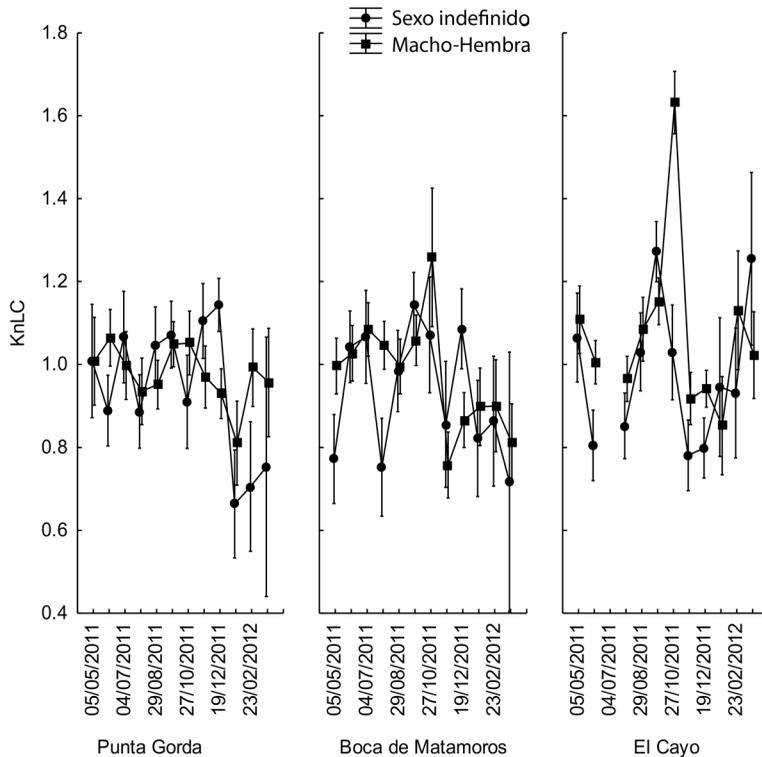


Fig. 5. Comportamiento de KnCl en los sitios de muestreo durante el período de estudio. Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 5. KnCl behavior at the sampling sites during the study. The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

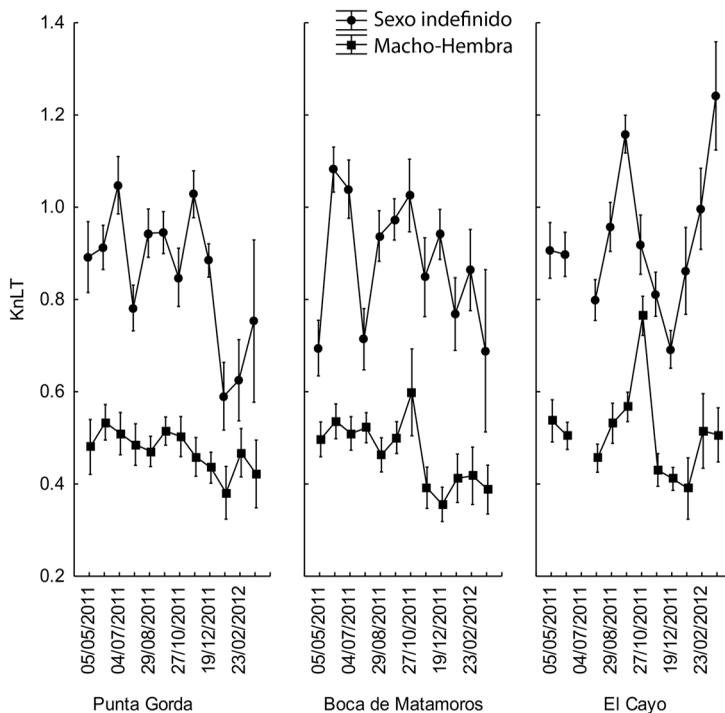


Fig. 6. Comportamiento de KnLT en los sitios de muestreo durante el período de estudio. Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 6. KnLT behavior at the sampling sites during the study. The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

TABLA 4
ANOVA factorial de KnLC para sitios, fechas, sexo y su interacción

TABLE 4
KnLC factorial ANOVA for sites, dates, sex and their interaction

	SS	DF	MS	F	p
Intercepto		0			
Sitio	0.0048	1	0.004767	0.04686	0.828628
Fecha	23.6353	10	2.363526	23.23533	0.000000
Sitio x Fecha	19.2815	21	0.918165	9.02628	0.000000
Sitio x Sexo	0.0019	1	0.001886	0.01854	0.891691
Fecha x Sexo	9.9780	10	0.997796	9.80912	0.000000
Sitio x Fecha x Sexo	9.8709	21	0.470044	4.62090	0.000000
Error	398.9507	3 922	0.101721		

muestreados (Tabla 4 y Tabla 5). Se observaron valores más altos en septiembre y octubre, lo que indica que durante ese período el peso medio estimado de la población para una talla dada está más cercano al peso real de los organismos y por lo tanto presentan una mejor condición. La diferencia entre KnLC y

KnLT radica en que los valores de KnLT son de menor magnitud que los de KnLC lo cual puede interpretarse como que la Longitud del Cefalotórax es un mejor indicador del peso de los organismos que la Longitud Total o que la variación del peso del organismo está más asociada con el peso del abdomen.

TABLA 5
ANOVA factorial de KnLT para sitios, fechas, sexo y su interacción

TABLE 5
KnLT factorial ANOVA for sites, dates, sex and their interaction

	SS	DF	MS	F	p
Intercepto		0			
Sitio	0.0386	1	0.038559	1.19566	0.274259
Fecha	13.0616	10	1.306162	40.50163	0.000000
Sitio × Fecha	10.0280	21	0.477524	14.80713	0.000000
Sitio × Sexo	0.0917	1	0.091699	2.84343	0.091828
Fecha × Sexo	4.1778	10	0.417780	12.95457	0.000000
Sitio × Fecha × Sexo	6.6903	21	0.318586	9.87875	0.000000
Error	126.4830	3 922	0.032250		

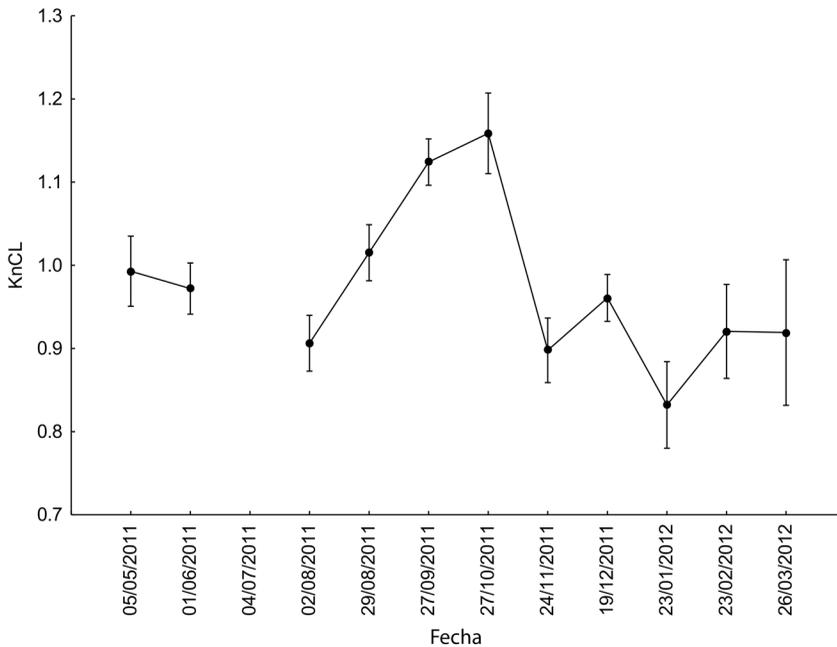


Fig. 7. Comportamiento de KnLC durante el período de estudio.
Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 7. KnLC behavior during the study. The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

DISCUSIÓN

El valor de crecimiento alométrico positivo indica una mejora en la condición, altura o ancho que ocurre simultáneamente con el aumento en la longitud (Froese, 2006) y este es el caso de los organismos indefinidos en

el presente estudio. (Diaz et al., 2001) encontraron crecimiento isométrico en machos de camarón rosado entre 3-27 LC mm e indicaron la existencia de crecimiento dimorfo, lo cual difiere con lo encontrado en el actual. El grupo M, el de H, así como el grupo combinado M-H exhibió un crecimiento alométrico negativo, lo

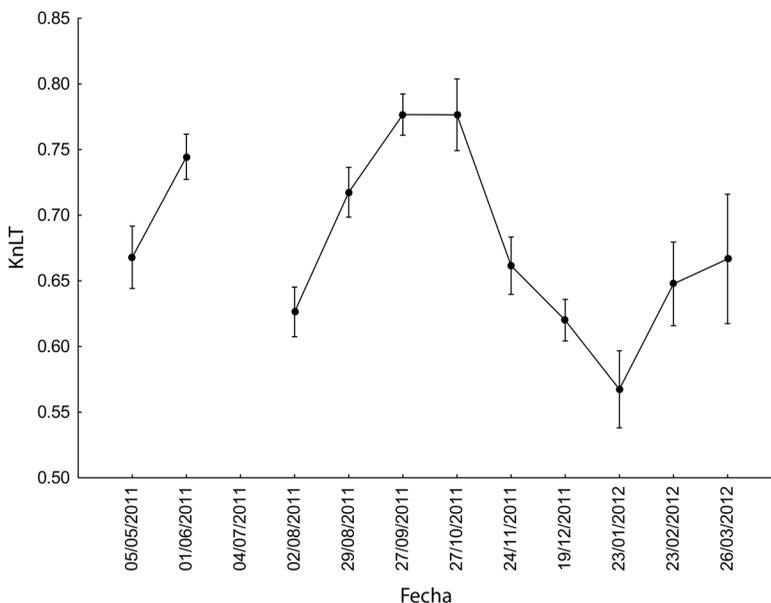


Fig. 8. Comportamiento de KnLT durante el período de estudio. Las barras verticales indican intervalos de confianza al 95 %.

Fig. 8. KnLT behavior during the study. The vertical bars indicate 95 % confidence intervals.

cual coincide con los resultados para hembras de *F. duorarum* (3-30 mm LC) y para otras especies de camarones (Díaz et al., 2001).

Los resultados revelaron que los animales con mayores tallas de LC \approx 14 mm, LT \approx 65 mm (Fig. 4), se encontraban en Punta Gorda entre diciembre y marzo, sitio cercano a una boca de la laguna. Este comportamiento coincide con lo reportado por (Reyes et al., 1997) y pudiera entenderse como una acción en la que los camarones más grandes se están preparando para migrar hacia el mar abierto y completar su ciclo de vida. Los organismos con tallas menores, (\approx 4 mm LC) se encontraron distantes de dicho canal durante todo el año lo cual apoya dicha hipótesis. El comportamiento induce a pensar que, si el ecosistema en el área se ve afectado por causas naturales o antropogénicas, la consecuencia sobre el reclutamiento de juveniles a mar abierto podría ser severa.

Según (Gracia & Soto, 1990), las mayores capturas de juveniles de *F. duorarum* se obtienen en noviembre y por lo tanto están asociadas con el régimen de precipitación, el escurrimiento de los ríos del área y las fluctuaciones

de salinidad. Aunque el oxígeno y el pH permanecieron estables durante el año, la temperatura y la salinidad variaron evidentemente ligados a este fenómeno. Para los tres sitios la salinidad se encontró en el rango de estudios previos (20-40 ups) (Yáñez-Arancibia & Lara-Domínguez, 1983) o (18.3-35.8 ups) (Guevara, Álvarez, Mascaró, Rosas, & Sánchez, 2007).

La similitud existente entre los parámetros abióticos registrados en los tres sitios permite explicar la similitud encontrada en los Kn obtenidos en las mismas fechas. Los valores mayores de Kn en los meses de septiembre y octubre coinciden con los registros de salinidad más bajos en el área. La reducción de la salinidad podría estar favoreciendo a la abundancia o de la diversidad en anfipodos, poliquetos, copépodos harpacticoides y detritus que forman parte de la dieta de *F. duorarum* (Lanza & Guzmán, 1993; Albertoni, Palma-Silva, & Esteves, 2003; Gutiérrez et al., 2016). Por otra parte, se considera que las diferencias en el tipo de sustrato y composición de los pastos marinos (Sánchez, 1997; Corona, Soto, & Sánchez, 2000; Brito, Gelabert, Ángel, Alderete, & Guevara, 2017)

así como su fauna asociada podrían ayudar a explicar las diferencias encontradas en LC y LT en Punta Gorda con respecto a los otros dos sitios de muestreo. El comportamiento de los parámetros abióticos asociados con las fechas podría ayudar a explicar las diferencias en Kn cuando se incluye los meses en el análisis.

Los resultados muestran que los valores del índice de condición obtenidos usando LC están más cerca de 1 que los encontrados al usar la LT. Esta situación revela que LC es un mejor estimador para el peso de los camarones. Las diferencias en el factor de condición relativa cuando se usa el LT son más pronunciadas debido a la mayor variabilidad de las mediciones, por lo tanto, puede ser una mejor herramienta para evaluar las características de la población de camarones y debería incluirse como un índice para describir la dinámica de población en la población.

El Factor de condición relativo proporciona información sobre la condición del organismo y actúan como un indicador indirecto de la calidad del entorno. Mayores valores significan que el animal tiene mayores reservas y puede ser más resistente a los cambios en el ecosistema. Los valores del índice de condición pueden ofrecer información predictiva acerca de la calidad del hábitat y de la condición reproductiva, lo cual pueda apoyar a los tomadores de decisiones con las políticas sobre la conservación (Stevenson & Woods, 2006). Este índice podría explicar sexo, edad, madurez y estacionalidad en peces como *Perca fluviatilis* (Le Cren, 1951) e indica las condiciones propicias del ambiente (Samat, Shukor, Mazlan, Arshad, & Fatimah, 2008).

Los resultados con cerca de 4 000 organismos analizados durante todo un año pueden servir como referencia para estudios posteriores e indirectamente inferir el estado del ecosistema a través del factor de condición relativa. Organismos que se desarrollan en un ambiente con suficiente alimento y en condiciones ambientales adecuadas, ostentarán un mayor peso corporal y un Factor de condición relativo cercano a 1.

En los registros obtenidos se puede concluir que es necesario usar diferentes ecuaciones para expresar la relación entre LC y LT para animales indefinidos y con sexo evidenciado. Como era de esperar, la relación longitud total-longitud del cefalotórax (LT-LC) para cada categoría de sexo fue lineal, evidenciándose que la longitud del cefalotórax es un mejor estimador del peso que la longitud total de los organismos. Se encontró además que el grupo M, el de H, así como el grupo combinado M-H exhibieron un crecimiento alométrico negativo, mientras que los organismos clasificados como indefinidos presentaron crecimiento alométrico positivo. Por otra parte, se considera que el factor de condición relativa obtenido cuando se emplea la longitud total es un mejor indicador de las condiciones de las poblaciones de las postlarvas epibénticas en la región y pudiera contribuir a describir la dinámica de estas poblaciones.

Los resultados descritos para las postlarvas epibénticas y los juveniles de *F. duorarum* contribuyen a mejorar el conocimiento sobre la especie en la Laguna de Términos y el Golfo de México. Esta información podría usarse como una referencia para contrastar los resultados de otros estudios y establecer una línea base que pueda ser utilizada en estudios de restauración ecológica del ecosistema.

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer al “Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación” (proyecto

FORDECyT 137942) por la subvención del proyecto y a la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma del Carmen por el apoyo del congreso estudiantil. A María Ciales por su opinión crítica y sugerencias para mejorar la calidad del manuscrito.

RESUMEN

El comportamiento del peso, la talla y el factor de condición de los organismos es importante para explicar la dinámica de las poblaciones de organismos en el medio natural. El presente estudio está dirigido a encontrar los modelos que explican la relación longitud-peso, así como el factor de condición relativo en postlarvas epibentónicas y juveniles de *Farfantepenaeus duorarum*, recolectados durante los diferentes meses muestreados. En el trabajo se recolectaron 3 992 camarones de la especie *F. duorarum* con rangos de longitud del cefalotórax entre 3.62-32.16 mm, provenientes de tres sitios diferentes de la Laguna de Términos, entre los meses de mayo 2011 y marzo 2012. Los individuos fueron agrupados en tres categorías según el sexo: machos (M), hembras (H), e indefinidos (I) y se determinó la relación longitud peso ($L-P^{-1}$), relación longitud total (LT)-longitud del cefalotórax (LC), así como el factor de condición relativo (Kn). Los resultados indican que la relación longitud total-longitud del cefalotórax (LT-LC) para cada categoría de sexo fue lineal y que no existe diferencia entre el modelo de regresión encontrado para machos y para hembras quedando expresado como: (LT (M-H) = 1.89 + 4.46 LC). Para el grupo con sexo indefinido la relación fue diferente al resto de los camarones y puede ser expresado como $LT (I) = 0.07 + 4.62 LC$. El modelo potencial para expresar la relación ($L-P^{-1}$) en el grupo M-H es $P = 0.0016 LC^{2.5323}$ o expresado de manera lineal como $\log (P) = 2.5323 \log(LC) - 2.8079$, con $R^2 = 0.9272$. En el grupo indefinido el modelo potencial es $P = 0.0004 LC^{3.2315}$ y el de manera lineal, $\log (P) = 3.2315 \log(LC) - 3.4365$, con $R^2 = 0.9422$. Por otro lado, el factor de condición relativa (Kn) difirió entre los grupos cuando se incluye a la fecha en el análisis. Se considera que el factor de condición relativo que contempla a la longitud total es mejor que el factor de condición relativo obtenido con la longitud del cefalotórax para evaluar las características de los camarones y pudiera contribuir para evaluar la dinámica de la población de camarones.

Palabras clave: biometría; sexo; zona de cría; dinámica de poblaciones; Campeche.

REFERENCIAS

Albertoni, E. F., Palma-Silva, C., & Esteves, F. de A. (2003). Natural diet of three species of shrimp in a

tropical coastal lagoon. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3), 395-403. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000300011>

- Alvarez, F., Gracia, A., & Soto, L. A. (1987). Crecimiento y mortalidad de las fases estuarinas del camarón rosado *Penaeus* (*Farfantepenaeus*) *duorarum* Burkenroad, 1939 en la laguna de Términos, Campeche. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14, 115-137.
- Béguer, M., Rochette, S., Girardin, M., & Boët, P. (2011). Growth modeling and spatio-temporal variability in the body condition of the estuarine shrimp *Palaemon longirostris* in the Gironde (Sw France). *Journal of Crustacean Biology*, 31(4), 606-612. <https://doi.org/10.1651/10-3376.1>
- Brito, R., Gelabert, R., Ángel, L. E. A. del, Alderete, Á., & Guevara, E. (2017). Diel variation in the catch of the shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Decapoda, Penaeidae) and length-weight relationship, in a nursery area of the Terminos Lagoon, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 65-75. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i1.24087>
- Corona, A., Soto, L. A., & Sánchez, A. J. (2000). Epibenthic amphipod abundance and predation efficiency of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939) in habitats with different physical complexity in a tropical estuarine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 253(1), 33-48. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00236-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00236-7)
- Diaz, G. A., Smith, S. G., Serafy, J. E., & Ault, J. S. (2001). Allometry of the growth of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in a subtropical Bay. *Transactions of The American Fisheries Society*, 130(2), 328-335. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(2001\)130<0328:AO T G O P > 2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(2001)130<0328:AO T G O P > 2.0.CO;2)
- Ditty, J. G., & Bremer, J. R. A. (2011). Species discrimination of postlarvae and early Juvenile brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) and pink shrimp (*F. duorarum*) (Decapoda: Penaeidae): Coupling molecular genetics and comparative morphology to identify early life stages. *Journal of Crustacean Biology*, 31(1), 126-137. <https://doi.org/10.1651/10-3304.1>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Gracia, A., & Soto, G. L. A. (1990). Populations study of the penaeid shrimp of Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 17(2), 241-255.
- Guevara, E., Álvarez, H., Mascaró, M., Rosas, C., & Sánchez, A. (2007). Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae)



- asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 55, 989-1004.
- Gutiérrez, J. C. S., Ponce-Palafox, J. T., Pineda-Jaimes, N. B., Arenas-Fuentes, V., Arredondo-Figueroa, J. L., & Cifuentes-Lemus, J. L. (2016). The feeding ecology of penaeid shrimp in tropical lagoon-estuarine systems. *Gayana*, 80(1), 16-28. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382016000100003>
- Lanza, G. de la, & Guzmán, A. R. (1993). C del zooplankton, crustaceos decápodos y anfípodos de Laguna de Términos, Campeche (México), con referencias a fuentes de alimentación y posición trófica. *Ciencias Marinas*, 19, 245-264.
- Lawrence, G. A., & Won, K. (1986). *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida*. Florida, USA: Department of Environmental Regulation.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2), 201-219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- McCoy, E. G. (1972). *Dynamics of North Carolina Commercial Shrimp Populations*. North Carolina, USA: Division of Commercial and Sports Fisheries, North Carolina Department of Natural and Economic Resources.
- Pérez-Farfante, I. (1969). Western Atlantic Shrimps of the Genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67(3), 461-591.
- Pérez-Farfante, I. (1970). Diagnostic characters of juveniles of the shrimps *Penaeus aztecus aztecus*, *P. duorarum duorarum*, and *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *US Fish and Wildlife Special Scientific Report Fisheries*, 599, 1-26.
- Pérez-Farfante, I. (1988). *Illustrated key to penaeoid shrimps of commerce in the Americas*. Virginia, USA: Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.
- Ramírez Rodríguez, E. M. (2002). *Impacto de las vedas en la pesquería del camarón rosado Farfantepenaeus duorarum en la sonda de Campeche, México* (Tesis doctoral). CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional, México.
- Ramírez-Rodríguez, M. (2015). La pesquería de camarón en Campeche: Desarrollo histórico y perspectiva. *Ciencia Pesquera*, 23(1), 73-87.
- Reyes, R. C. M., Sánchez, A. J., Berber, A. A. G., Alvarado, C., Soto, L. A., & Ramos, J. L. (1997). Variación temporal de *Penaeus (Farfantepenaeus) duorarum* Burkenroad (Crustacea: Decapoda) en vegetación acuática estuarina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 13(27), 15. <https://doi.org/10.19136/era.a13n27.595>
- Ringo, R. D., & Zamora Jr., G. (1968). A penaeid postlarval character of taxonomic value. *Bulletin of Marine Science*, 18(2), 471-476.
- Samat, A., Shukor, M. N., Mazlan, A. G., Arshad, A., & Fatimah, M. Y. (2008). Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3(2), 48-53.
- Sánchez, A. J. (1997). Habitat preference of *Penaeus duorarum* Burkenroad (Crustacea: Decapoda) in a tropical coastal lagoon, southwest Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 217(1), 107-117. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(97\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00049-X)
- Sánchez, A. J., & Soto, L. A. (1987). Camarones de la superfamilia Penaeoidea (Rafinesque, 1815) distribuidos en la plataforma continental del suroeste del golfo de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 14(2), 157-180.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. USA: Macmillan.
- StatSoft, Inc. (s. f.). StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. Recuperado de www.statsoft.com. (Versión 10).
- Stevenson, R. D., & Woods, W. A. (2006). Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6), 1169-1190. <https://doi.org/10.1093/icb/icl052>
- Wakida-Kusunoki, Armando, T., González Cruz, A., Medellín Ávila, M., & Arreguín-Sánchez, F. (2010). Estimación de la emigración del camarón café *Farfantepenaeus aztecus* a través de la boca del Mezquital, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica*, 20(3), 256-265.
- Wakida-Kusunoki, A. T., García-Solorio, L., & Vázquez Benavides, N. G. (2008). Abundancia de juveniles de camarones peneidos comerciales en la zona norte de Laguna Madre, México. *Hidrobiológica*, 18(1), 85-88.
- Williams, A. B. (1959). Spotted and brown shrimp postlarvae (penaeus) in North Carolina. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 9, 281-290.
- Yáñez-Arancibia, A., & Lara-Domínguez, A. L. (1983). Dinámica ambiental de la Boca de Estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos de 24-hrs. (Laguna de Términos, sur del Golfo de México). *Anales del Instituto de Ciencias Marinas y Limnología*, 10, 85-116.