
ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CAMARON CAFÉ (*Penaeus californiensis* HOLMES) DEL GOLFO DE CALIFORNIA

ERNESTO A. CHÁVEZ,
CONCEPCIÓN RODRÍGUEZ-DE LA
CRUZ

ERNESTO A. CHÁVEZ
Depto. de Zoología, Esc. Nal. de
Ciencias Biológicas (I.P.N.) México, D
F.

CONCEPCIÓN RODRÍGUEZ-DE LA
CRUZ

Centro de Promoción Pesquera de
Guaymas, Instituto Nacional de Pesca
(S.I.C.) Guaymas, Sonora

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas iniciales que plantea el estudio de la dinámica de poblaciones de interés pesquero estriba en el conocimiento de la tasa de crecimiento de las mismas.

Es por ello que, en el renglón de la pesca de camarón, este aspecto se planteó como uno de los objetivos inmediatos de su conocimiento, pues constituye el recurso marino de mas alto valor comercial en México, cuyo volumen de explotación fluctúa alrededor de las 40 mil toneladas anuales, de las cuales el 50% aproximadamente proceden del Golfo de California y cuya base la constituye actualmente el camarón café *Penaeus californiensis* en una proporción cercana al 80% del total.

ANTECEDENTES

La tasa de crecimiento de los camarones ha sido estimada, en general, a partir de datos de marcado (Lindner y Anderson, 1956; Costello y Allen, 1959; Kutkun, 1962; Klima, 1963) o siguiendo los valores modales en las curvas mensuales de frecuencia de tamaños, generalmente sobre poblaciones juveniles (Gunter, 1950, 1956; Loesch, 1962, 1965; Williams, 1955). Sin embargo, generalmente no ajustan los datos a una función matemática que los describe. Beverton y Holt (1957) discuten la conveniencia de hacerlo, concretamente sobre el uso del modelo de Von Bertalanffy, no solo porque proporciona una representación simple y adecuada de los datos, sino porque también puede usarse para estudios analíticos de los fenómenos de crecimiento

MATERIAL Y MÉTODOS

El material que sirvió de base para el presente análisis fue tomado de los muestreos hechos en puerto con la descarga de alta mar en Mazatlán, Sin., e incluye muestras de longitud abdominal tomadas desde 1953 hasta 1968; aunque el registro rutinario de datos se inició por lo menos nueve años antes (Cárdenas, 1951) Los datos de referencia fueron tomados principalmente por el Biól. Héctor Chapa, quien durante muchos años estuvo a cargo del registro de los mismos, primero en el desaparecido Instituto de Pesca del Pacífico y posteriormente en el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. El material disponible acumulado durante el período indicado hace un total de 96 944 hembras y 70 552 machos.

Los datos escogidos para el análisis fueron seleccionados después de un cuidadoso examen de las curvas de frecuencia de tamaños elaborados con los datos antes mencionados. Los de longitud abdominal fueron transformados a longitud total y a partir de ellos se hizo el análisis pertinente a fin de ajustarlos a la curva de crecimiento de Von Bertalanffy, que describe matemáticamente la tasa de cambio de la longitud (o peso) en el tiempo (Cushing, 1968). Con el objeto de aplicar dicha fórmula a la tasa de cambio en peso, fue necesario convertir

las clases de tamaño expresadas en términos de longitud, a valores ponderales.

Por otra parte, desde 1969 se ha venido cultivando camarón de esta especie, a partir de hembras grávidas en condiciones totalmente controladas, hecho que ha permitido observar el crecimiento a través de once estadios larvales, seis postlarvales y los juveniles; obteniéndose así para este período la tasa de crecimiento, como dato complementario al presente trabajo y como material comparativo para futuros datos obtenibles en condiciones naturales para éstas mismas etapas.

Los datos que se obtuvieron como resultado del cultivo en acuario se basaron en cerca de 200 ejemplares, cuyo número disminuyó paulatinamente hasta diez en la fase de postlarval; las observaciones posteriores se basaron en un solo ejemplar sobreviviente.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Crecimiento longitudinal.—Los datos correspondientes a las etapas larvales, postlarvales y juveniles se obtuvieron a partir de ejemplares cultivados y por lo tanto, aunque pueden servir de base para otros estudios, no necesariamente son comparables con los resultados obtenidos de las poblaciones naturales. En este caso, se hicieron observaciones en acuarios durante ocho meses. El tiempo transcurrido desde el momento de la eclosión hasta llegar a la etapa de postlarval fue de 295 hs. (12 días); en un período de 103 días se sucedieron seis fases postlarvales, y cinco etapas de juveniles durante los 110 días siguientes (tabla 1). Es pertinente mencionar que a partir de la fase II de postlarva los datos se obtuvieron a partir de un solo ejemplar sobreviviente.

Por lo que se refiere a su tamaño, durante la fase larvaria, la longitud promedio de la Nauplio 1 fue de 0.30 mm, y el tamaño de la última fase larvaria, la tercera misis, de 4.6 mm. de once días y medio de edad.

Las clases de edad de tamaño comercial fueron seleccionadas a partir de las curvas de frecuencia de longitudes abdominales correspondientes a los muestreos hechos en las plantas empacadoras de Guaymas durante la temporada 1963-64 (Fig. 1) Como puede observarse, las curvas son polimodales durante casi todos los meses lo que manifiesta un aporte casi permanente de nuevas generaciones que se reclutan sucesivamente a la pesquería, lo que confirma indirectamente la opinión de Olguín (1967), en el sentido de que se observan hembras maduras durante todo el año, aunque también se hace más evidente el desplazamiento de las modas más altas hacia la derecha durante febrero a mayo. Esto hace suponer una cierta disminución en el aporte de nuevos reclutas durante ese período; por otra parte, esto concuerda en cierta medida con los resultados de Chapa *et al* (1967), obtenidos a partir del análisis de las tallas comerciales, según los cuales existen camarones chicos en la pesca comercial durante junio, y de septiembre a noviembre.

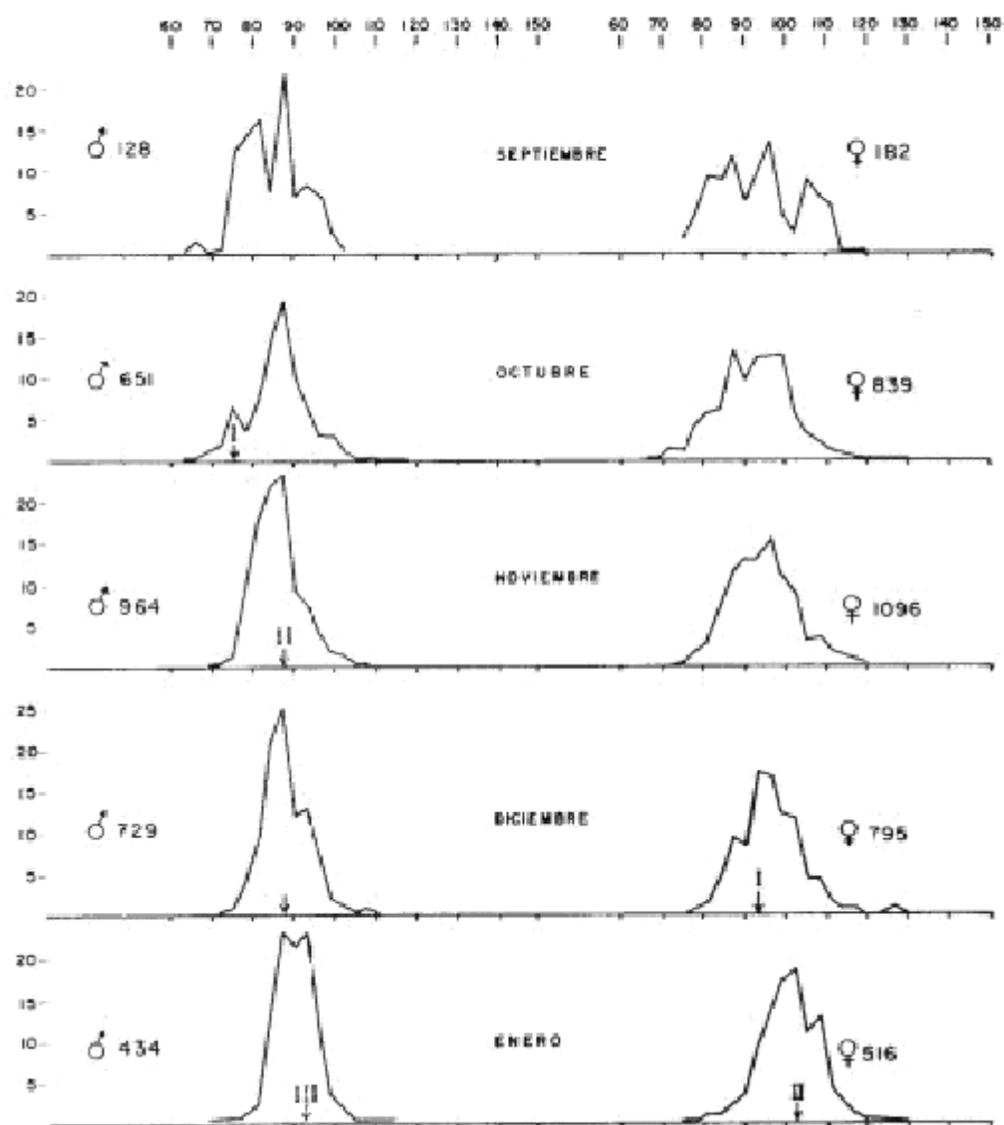
Tabla 1. Datos de crecimiento de estados larvarios, postlarvarios y juveniles, según observaciones hechas mediante cultivo. Los datos iniciales se basaron en cerca de 200 ejemplares, cuyo número disminuyó paulatinamente hasta diez en la fase de postlarval. Las medidas posteriores corresponden a un solo ejemplar sobreviviente.

Estado de desarrollo	de	Tiempo	Duración de cada estado	Long. (milímetros)
Huevo		0 Hs.	Hs.	0.22 a 0.34
Nauplio I		15 "	15 "	0.25 a 0.36
Nauplio II		18 "	3 "	0.30 a 0.38
Nauplio III		23 "	5 "	0.32 a 0.42
Nauplio IV		30 "	7 "	0.40 a 0.51
Nauplio V		40 "	10 "	0.46 a 0.57
Protozoa I		54 "	14 "	0.60 a 0.12
Protozoa II		94 "	40 "	1.11 a 1.77
Protozoa III		140 "	48 "	1.50 a 2.86
Misis I		190 "	48 "	2.82 a 3.98
Misis II		227 "	37 "	3.39 a 4.21
Misis III		256 "	29 "	4.15 a 5.16

Postlarva I	295 “	39 “	5.10 a 6.08
Postlarva II	28 Días	16 Días	6.45
Postlarva III	45 “	17 “	8.35
Postlarva IV	67 “	22 “	9.40
Postlarva V	90 “	23 “	12.52
Postlarva VI	115 “	25 “	19.50
Juvenil I	135 “	20 “	27.20
Juvenil II	162 “	27 “	36.60
Juvenil III	190 “	28 “	48.50
Juvenil IV	220 “	30 “	56.20
Juvenil V	245 “	25 “	63.90

El examen de dichas curvas mensuales permitió seleccionar los valores modales que se ajustan estimativamente a los requerimientos que exige la fórmula de Von Bertalanffy. En ciertos casos hubo necesidad de eliminar alguno de los valores seleccionados debido a que al incorporarlos en la representación gráfica de Ford-Walford no se ajustaban a resultados lógicos.

ZONA NORTE (Guaymas) Temporada 1963 - 1964 *P. californiensis*



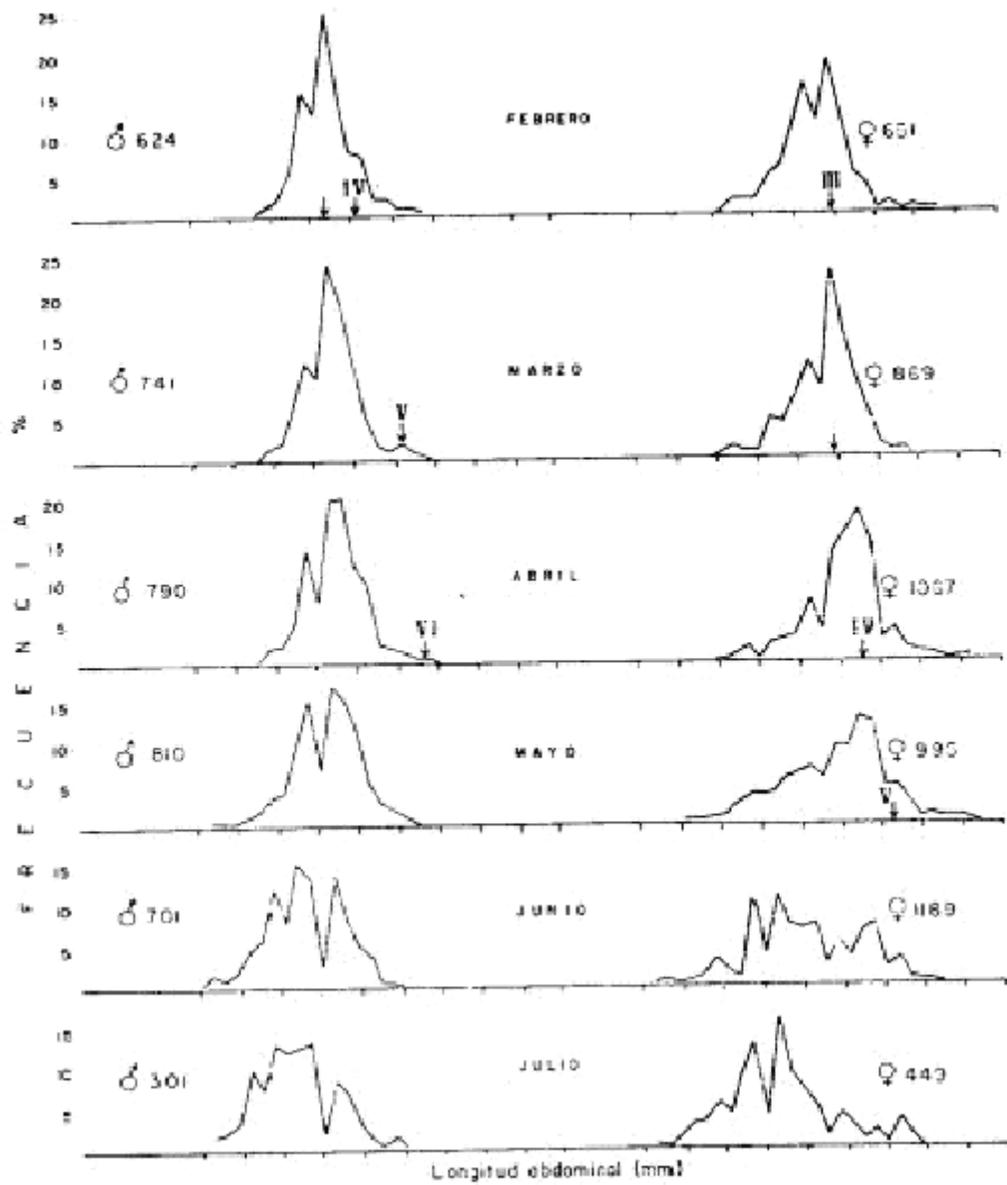


Fig. 1. Curvas de longitud. Frecuencia de "colas" obtenidas como resultado de los muestreos de la temporada 63-64 en Guaymas, Son.

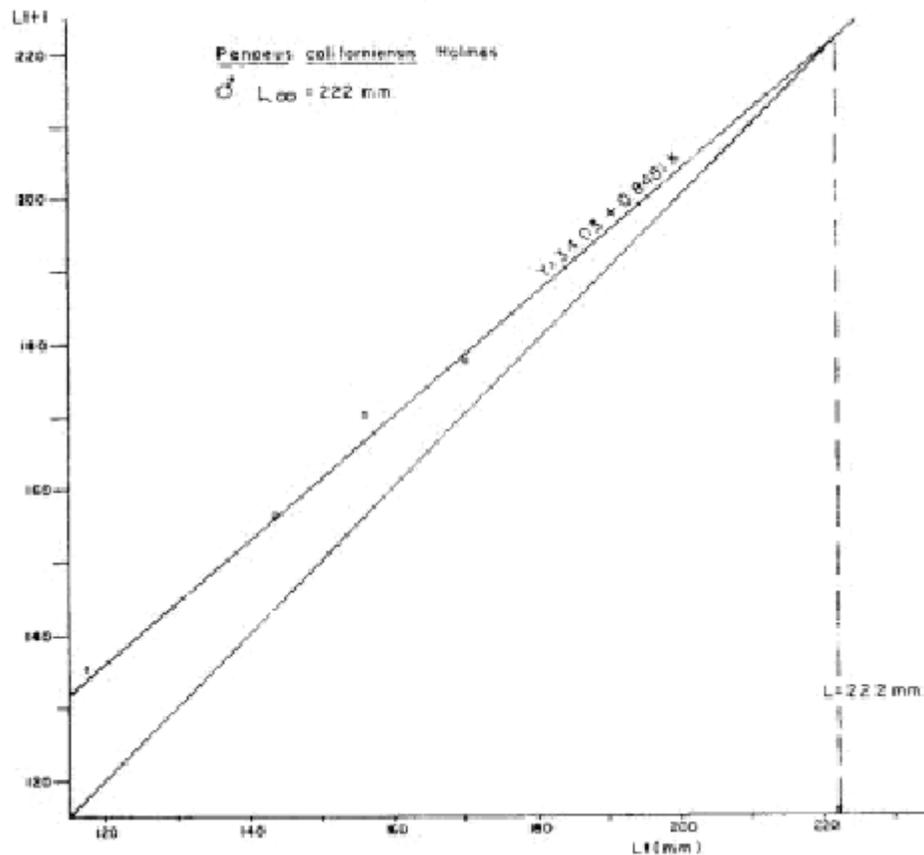


Fig. 2. Representación gráfica de Ford- Walford para la obtención máxima promedio en machos.

Ante la imposibilidad de conocer la edad real de los camarones, a los valores modales seleccionados simplemente se les numeró en orden progresivo, del I al VI en el caso de los machos, del I al V en el de las hembras.

Debido a la necesidad de conocer la longitud total de las clases de edad seleccionadas, se recurrió a las fórmulas siguientes:

Para hembras:

$$L_T = 3.23 + 1.55 L_{ab}$$

Para machos:

$$L_T = 7.16 + 1.47 L_{ab}$$

en las cuales L_T es la longitud total, y L_{ab} es la longitud abdominal. Los datos que se utilizaron para estas regresiones fueron tomados por la Biól. Ma. Teresa Barreiro, quien amablemente se sirvió facilitarnos las fórmulas. Un análisis de correlación lineal presupone que el crecimiento es isométrico. Sin embargo, aunque es de esperarse cierto grado de alometría que debe acentuarse con la edad, se considera que para fines prácticos, puede confiarse en dichas fórmulas, ya que el sesgo que pudiesen incorporar no es de consideración. Las clases mensuales de edad seleccionadas expresadas como longitud abdominal y su valor correspondiente a longitud total de acuerdo con las fórmulas de las rectas antes aludidas, se indican en la tabla 2

Tabla 2. Clases mensuales de edad seleccionadas a partir de las curvas de frecuencia de longitudes abdominales, y sus valores correspondientes de longitud total, expresadas en milímetros.

Clase	Machos Longitud		Hembras Longitud	
	abd.	total	abd.	total
I	75.0	117.4	93.0	147.4
II	87.0	135.1	102.0	161.3
III	93.0	143.9	109.5	173.0
IV	101.5	156.4	117.0	184.6
V	111.0	170.3	123.0	193.9
VI	116.0	177.7		

Con los valores antes mencionados se hizo la representación gráfica de Ford-Walford para cada sexo. Dicha representación permite conocer la longitud máxima promedio (también llamada longitud asintótica o L8) de la población analizada mediante una regresión lineal en la que los valores del eje X son las clases de edad (L_T), y los correspondientes del eje Y son las longitudes que tendría cada clase de edad al siguiente mes. El punto de intersección de la recta resultante con la bisectriz o recta que se hace a 45° indica el dato buscado (L8). El valor encontrado para los machos (Fig. 2) fue de 222 mm y en el caso de las hembras (Fig. 3) fue de 261 mm.

Una vez obtenido el valor de L8 se hicieron los cálculos necesarios para conocer las demás constantes que requiere la fórmula de Von Bertalanffy. Dicha fórmula es la siguiente:

$$I = L8 [1 - e^{-k(t - t_0)}]$$

en donde

I = Longitud del camarón a la edad t

L 8 = Longitud máxima promedio

k = Constante de crecimiento, o coeficiente proporcional a la tasa de catabolismo.

t = Edad (expresada en meses en este caso)

t_0 = Parámetro teórico que representa la edad correspondiente cuando la longitud teórica es cero.

Las constantes encontradas en cada caso son:

	k	t_0
Hembras:	—0.1317	—0.0618
Machos:	—0.1729	—0.2637

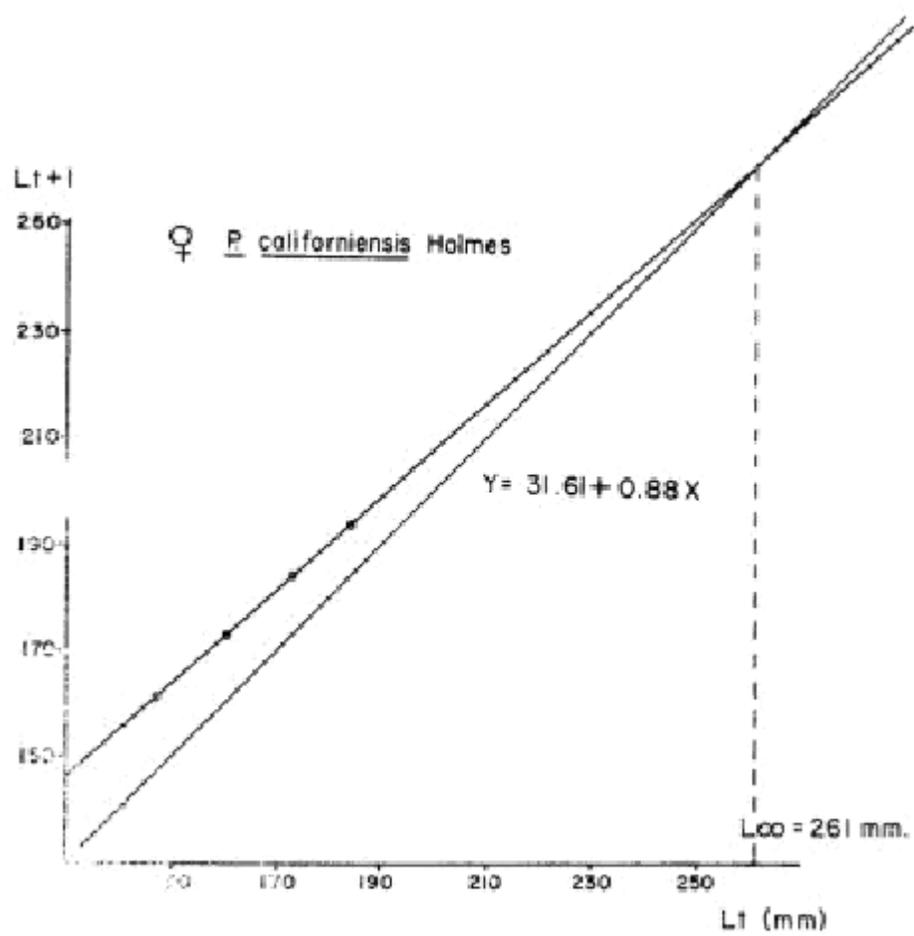


Fig. 3. Representación gráfica de Ford-Walford para la obtención de longitud máxima promedio de hembras.

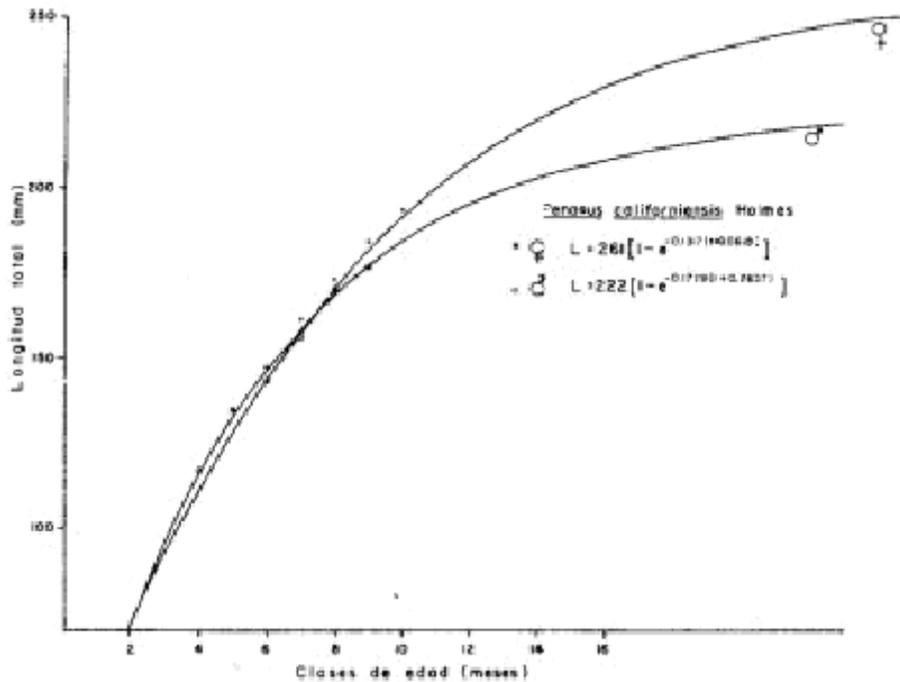


Fig. 4. Crecimiento longitudinal calculado para cada sexo, ajustado los datos observados (señalados con puntos y círculos) al modelo de von Bertalanffy.

Las curvas que representan el crecimiento mensual para cada sexo se indican en la figura 4. Esto es sin considerar la fase larvaria que dura cerca de dos semanas. Es pertinente mencionar que al obtener el parámetro en la forma indicada, o sea, sin conocer la edad real de las clases de tamaño apalizadas, los valores obtenidos fueron -3.2637 y -5.0618 en vez de -0.2637 y 0.0618 para machos y hembras respectivamente; entonces, al seguir las curvas hasta su origen fue posible hacer la corrección pertinente para dicho parámetro en cada caso. De acuerdo con los resultados obtenidos, es posible conocer la longitud promedio para cada mes de edad en cada sexo, según puede observarse en la tabla 3, en la cual el crecimiento durante el primer mes a partir de la fase de postlarva es a razón de 33.7 mm en los machos; en el siguiente mes los machos crecen un poquito más que las hembras (28.4 y 28.1 mm respectivamente), pero a partir del tercer mes de edad la tasa de crecimiento es mayor en estas últimas.

Una vez conocida la tasa de crecimiento para cada sexo, se observó la necesidad de conocer la tasa global de crecimiento para la especie, ya que la información estadística que sirva de base para análisis posteriores en los que tenga aplicación el modelo encontrado de crecimiento habrá de proporcionar únicamente datos globales. Por lo tanto, simplemente se tomaron los promedios para cada clase mensual calculada, así como los de la longitud máxima, y se analizaron en la forma antes descrita, encontrándose los datos buscados:

$$L_8 = 242 \text{ mm}$$

$$K = -0.1862$$

$$t_0 = -0.14$$

Tabla 3. Tasa de crecimiento (expresada en milímetros de longitud total) del camarón café (*P. californiensis*) calculada durante el primer año de edad.

Edad (Meses)	Machos		Hembras	
	Longitud	Incremento	Longitud	Incremento

1	43.6	33.7	34.0	—
2	72.0	28.4	62.1	28.1
3	95.6	23.6	86.5	24.4
4	115.6	20.1	108.2	21.7
5	132.6	17.0	126.7	18.5
6	147.0	14.4	143.5	16.8
7	158.7	11.7	158.0	14.5
8	168.8	10.1	170.8	12.8
9	177.2	8.4	181.7	11.9
10	184.4	7.2	191.7	10.0
11	190.3	5.9	199.9	8.2
12	195.2	4.9	207.6	7.7

La representación gráfica de este análisis se indica en la figura 5.

Relaciones longitud-peso.—Entre los datos acumulados y disponibles para el presente estudio se contó con la información sobre peso longitud obtenida por la Biól. Barreiro. En este caso se trata de una regresión logarítmica encontrada para machos y hembras por separado (Fig. 5); con dicha regresión se obtiene una fórmula exponencial de la forma:

$$W = a l^b$$

W = peso, en gramos

l = longitud total, en milímetros

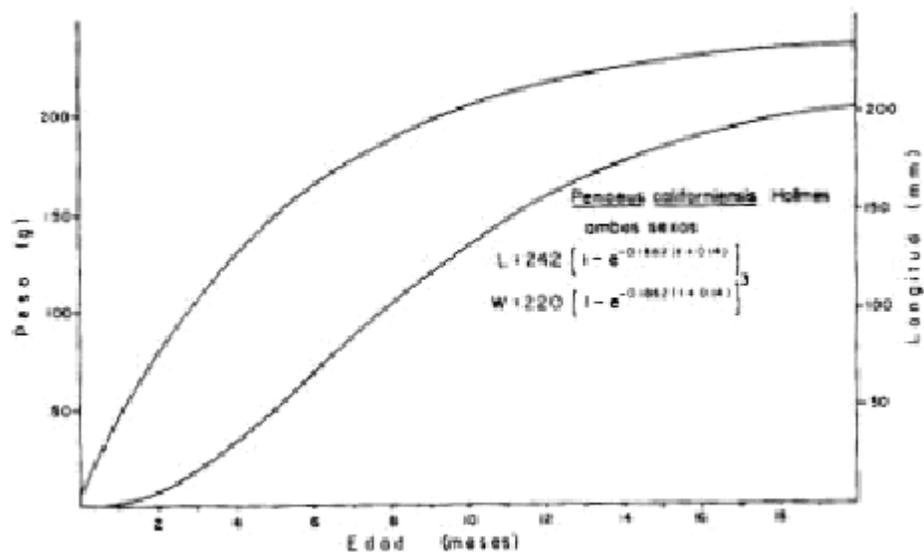


Fig. 5 Crecimiento longitudinal y ponderal calculado para el camarón café.

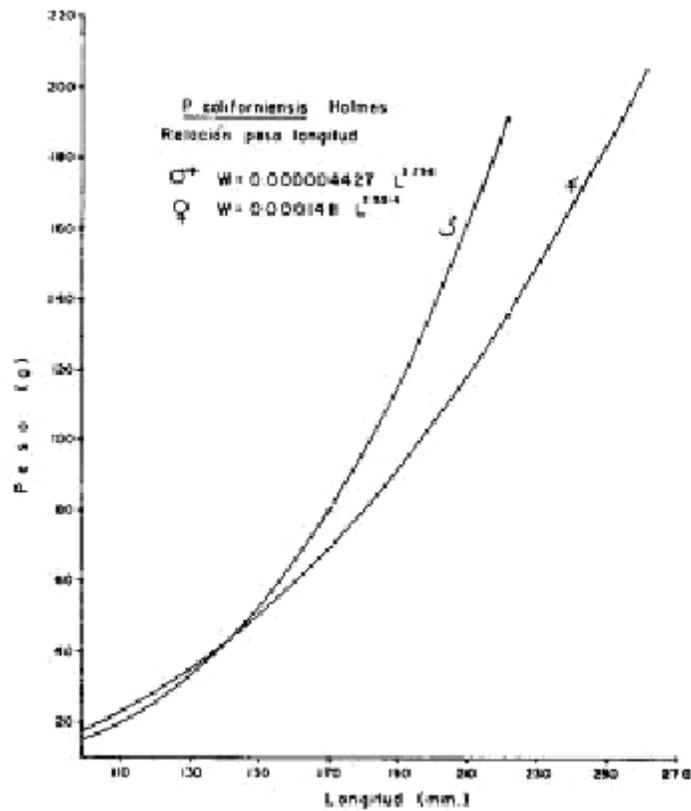


Fig. 6 Relación peso-longitud calculada para cada sexo.

a y b son las constantes que se obtienen como resultado del análisis y que en cada caso resultaron ser.

Para machos, $W = 0.00004427 L^{3.256}$

Para hembras, $W = 0.0001411 L^{2.5514}$

Con un análisis de los datos en conjunto se obtuvo la misma relación pero sin considerar el sexo. En este caso los valores obtenidos fueron (Fig.7)

$W = 0.00001562 L^{2.999}$

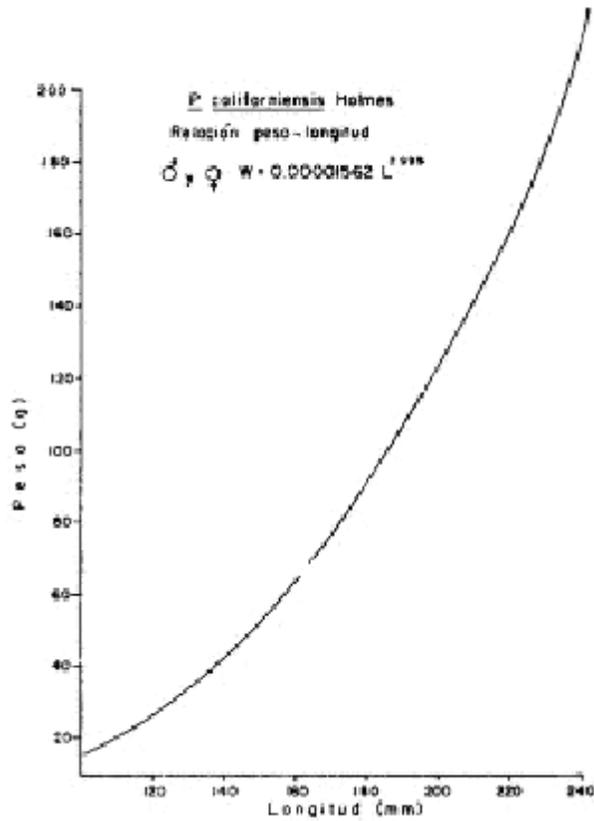


Fig. 7. Relación peso-longitud calculada para el camarón café sin consideración de su sexo.

Crecimiento ponderal.—Después de conocer la tasa de crecimiento longitudinal y la relación peso-longitud es fácil determinar la tasa de crecimiento ponderal, simplemente se substituye el valor de longitud máxima promedio por su correspondiente valor en peso en la fórmula de Von Bertalanffy, y el factor que lo multiplica se eleva al cubo (véase Beverton y Holt, 1957). El resultado obtenido es una curva sigmoideal que tiende a hacerse asintótica con respecto a W_8 , según puede observarse en la Fig. 8 donde se representa la tasa de crecimiento ponderal para cada sexo y en la Fig. 5, donde se indica el crecimiento con los valores combinados de ambos sexos. Las fórmulas correspondientes son, en cada caso:

$$\text{Para machos: } W = 192 [1 - e^{-0.1729(t + 0.2637)}]$$

$$\text{Para hembras: } W = 205 [1 - e^{-0.1317(t + 0.0618)}]$$

$$\text{Para ambos sexos } W = 220 [1 - e^{-0.1862(t + 0.14)}]$$

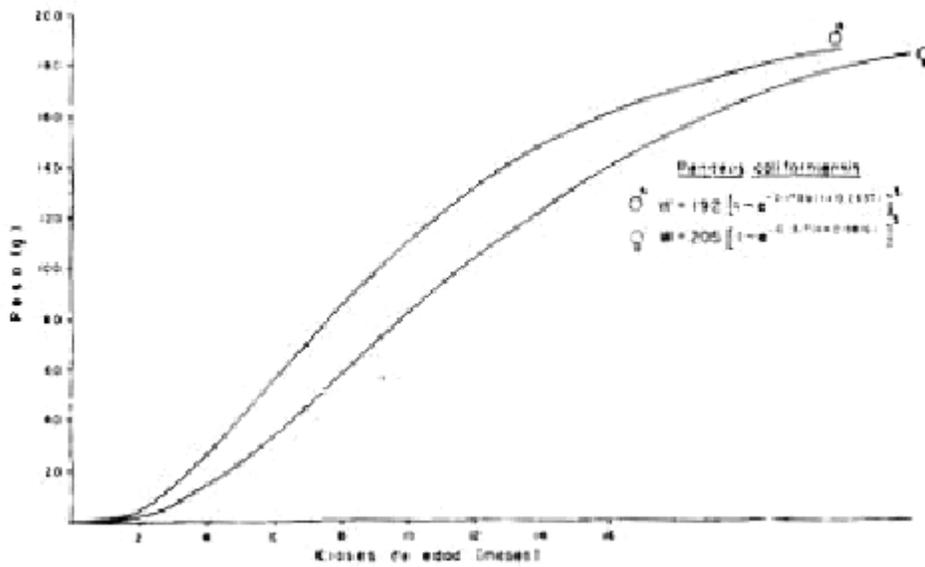


Fig. 8. Crecimiento ponderal calculado para cada sexo.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con base en datos de longitud—frecuencia de "colas" de camarón café (*P. californiensis*) tomados en los lugares de desembarco de la captura comercial en Mazatlán, Sin., y Guaymas, Son., se hicieron las conversiones necesarias para conocer la longitud total de los ejemplares. Con datos que correlacionan la longitud y el peso para cada sexo se obtuvieron los valores ponderales correspondientes a las clases longitudinales de edad previamente encontradas, y en cada caso las clases de tamaño se ajustaron a la fórmula de Von Bertalanffy, modelo matemático que describe la tasa de cambio longitudinal o ponderal en el tiempo. Las fórmulas usadas y los resultados encontrados fueron los siguientes:

Relación peso-longitud

$$\begin{aligned} \text{hembra } W &= 0.0001411 L^{2.5514} \\ \text{macho } W &= 0.00004427 L^{3.256} \\ \text{hembra -macho } W &= 0.00001562 L^{2.999} \end{aligned}$$

Crecimiento longitudinal

$$\begin{aligned} \text{hembra } L &= 261 [1 - e^{-0.1317(t + 0.0618)}] \\ \text{macho } L &= 222 [1 - e^{-0.1729(t + 0.2637)}] \\ \text{hembra -macho } L &= 242 [1 - e^{-0.1862(t + 0.14)}] \end{aligned}$$

Crecimiento ponderal

$$\begin{aligned} \text{hembra } W &= 205 [1 - e^{-0.1317(t + 0.0618)}]^3 \\ \text{macho } W &= 192 [1 - e^{-0.1729(t + 0.2637)}]^3 \\ \text{hembra -macho } W &= 220 [1 - e^{-0.1862(t + 0.14)}]^3 \end{aligned}$$

Considerando los resultados obtenidos del presente análisis, se concluye que el camarón café es una especie

que durante los primeros meses de edad crece muy rápidamente. De acuerdo con la longitud máxima promedio calculada, esta especie debe ser normalmente bianual, aunque en condiciones normales, la intensidad de pesca de este recurso da lugar a que sus poblaciones difícilmente sobrepasen el año de edad.

Por otra parte, es evidente que las hembras crecen mas rápidamente que los machos, aunque durante los primeros meses de edad sucede lo contrario; y la diferencia entre la longitud máxima de las hembras con respecto al, de los machos resulta ser de 39 mm.

Por lo que se refiere a la relación peso-longitud, la diferencia observada en cada sexo, indudablemente debe tener cierta relación con el desarrollo gonádico. Es decir, en ejemplares de un mismo tamaño, los machos son más pesados que las hembras, debido probablemente a que estas últimas deben tener más espacio disponible para ser ocupado por las gónadas durante La etapa de madurez sexual, espacio que en estado de reposo debe ser llenado probablemente, por tejido conjuntivo.

La tasa de crecimiento obtenida para los primeros estadíos pero en condiciones controladas fue de 7.9 mm por mes, de manera que con este ritmo de crecimiento en dos años tendrán una longitud de 189.6 mm y en 30 meses 237.0 mm, así que se puede suponer que el promedio de vida de este organismo es alrededor de 2 a 2.5 años.

Por otra parte, es pertinente señalar que hubo diferencias notorias entre los resultados calculados y los observados, lo cual no debe resultar sorprendente, pues hay que tener en cuenta que el crecimiento observado en acuario no refleja el que pudiese obtenerse en condiciones naturales, máxime que es la primera ocasión que logra cultivarse en México un ejemplar de camarón desde el huevo hasta el quinto estado de juvenil

SUMMARY

The present paper deals on the growth of brown shrimp (*Penaeus californiensis* Holmes), sampled in commercial canneries at Mazatlan, Sin., and Guaymas, Son., México. The tail-length data were transformed in order to know the corresponding total length of specimens sampled. Length-weight data were analyzed and a logarithmical regression was made for each sex. From the size frequency curves, several age classes were selected and these were adjusted to the mathematical model proposed by von Bertalanffy, which describes the change rate of length or weight in function of time.

Finally, some data are given too on the growth of brown shrimp cultured in aquarium from egg to fifth juvenile stage.

RESUMÉ

Dans le présent travail on discute le développement de la crevette brune (*Penaeus californiensis* Holmes).

Les échantillons ont été obtenus des ports où arrive la capture commerciale, Guaymas, Son., et Mazatlán, Sin., Mexique

Les données obtenues sur la longueur abdominale ont été transformées pour obtenir la longueur totale correspondent.

On fait une progression logarithmique qui exprime la relation poids-longueur pour chaque sexe.

A partir des dates de fréquence des longueurs on a sélectionné plusieurs classes d'âges et celles-ci ont été ajustées au modèle mathématique de von Bertalanffy, qui décrit le taux de changement longitudinal au pondéral en fonction du temps.

Finalement on présente données sur le développement de cette espèce à partir de l'oeuf et cultivée dans un aquarium jusqu'à la cinquième étape juvénile

LITERATURA CITADA

BEVERTON, R. J. y S. J. HOUR 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Ministry of Agriculture,

- Fisheries and Food. Londres. Fishery Investigations, series 2, Vol. 19. 533 p.
- CÁRDENAS, M. 1951. Ciclo evolutivo de tres peneidos del noroeste de México. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.* 12 (1-4): 229-258.
- CHAPA, H., C. GUILBOT, y H. ROMERO. 1970, Ensayo de interpretación de las tallas comerciales de camarón en los litorales de Sonora, México. *FAO Fish. Rep.* (57) 2: 357-372.
- COSTELLO, T. J. y D. M. ALLEN. 1959. Notes on the migration and growth of pink shrimp (*Penaeus duorarum*). *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* Twelfth Annual Session: 5 -9.
- CUSHING, D. H. 1968. Fisheries Biology. The University of Wisconsin Press. xii, 200 p.
- GUNTER G. 1950. Seasonal population changes and distributions as related to salinity of certain invertebrates of the Texas coast including the commercial shrimp *Publ. Inst. Mar. Sci.* (Texas) 1 (2): 7-51.
- . 1956. Principles of shrimp fishery management. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* Eight Annual Session: 99-106.
- KLIMA, E. F. 1963. Marik — recapture experiments with brown and white shrimp in the northern Gulf of Mexico. *Proc. Gulf and Carib. Fish Inst.* Sixteenth annual session: 52-64.
- KUTKUN, J. H. 1962. Dynamics of a penaeid shrimp population and management implications. U.S. Fish and Wildlife Service. *Fish, Bull.* 65 (2): 313-338.
- LINDNER, M. J. y W. W. ANDERSON. 1956. Growth, migrations, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. U.S. Fish and Wildlife Service. *Fish. Bull.* 106 (56): 553-645.
- LOESCH, H. 1962. Estudio sobre las poblaciones de camarón blanco en el Ecuador, Bol. Científico, Inst. Pesca Ecuador. 1 (7):
- . 1965, Distribution and growth of penaeid shrimp in Mobile Bay, Alabama. *Publ. Inst Mar. Sci* (Texas) 10: 41-58.
- OLGUIN, M. 1970, Contribución al estudio de la biología del camarón café *Penaeus californiensis* Holmes. *FAO Fish. Rep.* (57) 2: 331-356.
- WILLIAMS, A. B. 1955. A contribution to the life histories of commercial shrimps (Penaeidae) in North Carolina. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Carib.* 5 (2): 116-146.